Grundzüge
der
vergleichenden Anatomie
und
Physiologie.

Von

Dr. Carl Gustav Carus,
Hof- und Medicinal-Rath, Leibarzt Sr. Majestät des Königs von Sachsen, und mehrerer gelehrten Gesellschaften Mitgliede.

Erstes Bändchen.

Dresden,
P. G. Hilschersche Buchhandlung.
1828.

„So ist jedem der Kinder die volle reine Gesundheit
Von der Mutter bestimmt: denn alle lebendigen Glieder
Widersprechen sich nie und wirken alle zum Leben.
Also bestimmt die Gestalt die Lebensweise des Thieres,
Und die Weise zu leben, sie wirkt auf alle Gestalten
Mächtig zurück."

Göthe.

STADTBIBLIOTHEK AUGSBURG

Vorwort.

Weniges aus Vielem, eine kleine Auswahl aus einer unübersehbaren Menge von Thatsachen im Bereiche vergleichender Anatomie und Physiologie, das ist, was ich hier allen Freunden der Naturwissenschaft darbiete. — Als ich mich zu einer solchen Arbeit zuerst aufgefordert sah, war ich im Begriff, sie abzulehnen, in der Ueberzeugung, daß das eigentliche Gebäude der Wissenschaft durch Entwerfung solcher Grundrisse nicht gefördert werden könne; der Gedanke indeß, daß die Fülle von wichtigen bereits erlangten Resultaten solcher Forschungen bei weitem weniger als sie es verdient, Gemeingut der naturwissenschaftlich Gebildeten, und insbesondere der Aerzte, geworden ist, und daß es, um dieß zu erlangen, einer solchen übersichtlichen Form nothwendig bedarf, be-

stimmte mich, ans Werk zu gehen und ich darf sagen, daß dasselbe, je weiter ich vorrückte, um so mehr ein lebendiges Interesse mir erregt hat. Möge dann diese Arbeit ihren Zweck erfüllen! möge sie beitragen, das körperliche und geistige Auge für die unendliche Mannichfaltigkeit organischer Bildung, wie sie im Thierreiche sich darbietet, zu schärfen! und möge der Leser bedenken, daß, wenn ihm hier nur eine beschränkte Auswahl von Formen vorgeführt wird, er auch den Vortheil habe, nur das hinreichend Geprüfte und mit Bestimmtheit Beobachtete in einem faßlichen Raume zusammengedrängt zu erhalten. —

Inhalt des ersten Bändchens.

I. Einleitende Betrachtungen . . Seite 1

1) Was ist Leben? . . . . — —

2) Welches sind die wesentlichsten Erscheinungen des Lebens? . . . . — 5

3) Wodurch unterscheidet sich Thierleben von Pflanzenleben? . . . . — 15

4) Wie entsteht das Thier? . . . . . . — 20

5) Wie viel verschiedene Systeme von Organen können im Thiere sich entwickeln? — 23

6) Unter wie viel wesentlich verschiedenen Lebensformen kommt das Thier im Thierreiche vor? . . . . — 30

II. Von dem Baue und den Lebenserscheinungen der Thiere im Einzelnen . . . . — 40

I. Wie gestaltet sich das Nervensystem, die Wurzel alles Empfindung-Lebens, im Thierreiche? . . . . — 42

A. In den Ei- und Rumpfthieren . . — 43

1. In den Eithieren (Ur- und Strahlthiere) . . . . — —

2. In den Bauchthieren (Weichthiere, Mollusca) . . . . — 44

3. In den Brustthieren (Gliederthiere, Articulata) . . . . — 46

B. In den Hirnthieren überhaupt . . — 47

4. Nervensystem der Fische . . . . — 52

5. Nervensystem der Lurche . . . . — 56

6. Nervensystem der Vögel . . . . — 57

7. Nervensystem der Säugethiere . . — 59

II. Auf welche Weise entwickeln sich die Sinneswerkzeuge in der Thierreihe? Seite 62
1. Erstes Auftreten und allmähliges Vervollkommnen des Auges in der Thierreihe . . . . — 64
2. Erstes Auftreten und allmählige Vervollkommnung des Hörwerkzeuges in der Thierreihe . . . . — 73
3. Erstes Auftreten und allmähliges Vervollkommnen des Geruchwerkzeuges in der Thierreihe . . . . — 80
III. Wie gestaltet sich das System der Bewegwerkzeuge im Thierreiche? . . — 87
Welches sind die Gegenden des Thierleibes, wo Apparate der Bewegung zuerst sich entwickeln? . . . . . — 89
Entwickelung des für Athmungs- und Orts-Bewegung bestimmten Muskelapparats in der Thierreihe . . . — 91
1. In den Eithieren . . . . — —
2. In den Bauchthieren oder Weichthieren . . . . , . . — 93
3. Aeußere Bewegapparate in den Brust- oder Gliederthieren . . . . — 96
4. Von den äußerlichen Bewegapparaten der Kopf- oder Hirnthiere . . . — 98
A. Bewegapparate in den Fischen . . — —
B. Bewegapparate der Lurche . . . — 100
C. Bewegapparate der Vögel . . . — 104
D. Von den Bewegapparaten der Säugethiere . . . . — 106
IV. Auf welche Weise und unter welchen besonders wichtigen Formen entwickelt sich das Skeleton in der Thierreihe? — 113

I.

Einleitende Betrachtungen.

---

1) Was ist Leben?

Für den Blick des Wissenden ist die ganze Natur nur ein großes Lebendiges, aber dem Unwissenden selbst erscheint die Idee des Lebens versinnlicht in gewissen Naturwesen, und zwar am unverkennbarsten im Thier und zuhöchst im Menschen selbst. Diese Lebendigen, in wiefern sie das gesammte Naturleben gleichsam am deutlichsten abspiegeln, hat man wohl auch kleine Welten, Mikrokosmen, genannt; und wollte einer zur deutlichern Erkenntniß der Idee des Lebens, und wie sie sich offenbare, gelangen, so wählte er meistens die Betrachtung des Thierlebens. In wiefern nun sicher eine wahrhaft menschliche Geistesbildung nicht gedacht werden kann, ohne eine gewisse Kenntniß dessen, dadurch wir selbst entstehen, bestehen und vergehen, d. i. ohne Kenntniß des Lebens, so wollen wir in Folgendem es unternehmen, den Leser in die Vorhalle dieser Wissenschaft zu führen, fühlt er sich selbst dann angeregt, tiefer in das Innere zu dringen, so werden auch Hinweisungen nicht fehlen, um ihm

den Weg zu bezeichnen, der bei eigner Anstrengung zu höhern Erkenntnissen ihn leiten kann.

In der Lehre vom Leben (Biologie, von βιος, Leben, oder auch Physiologie, von φυσις, Natur, genannt, eben in der oft unbewußten Voraussetzung, daß die Natur das eigentlich Lebendige sey) hat man zuerst zu unterscheiden: Erscheinung des Lebens und Idee des Lebens. Die erste ist sinnlich wahrnehmbar in den Bildungen, Umänderungen, Thätigkeiten der Lebendigen, die andre ist nur geistig zu erfassen durch Erschließung der Kräfte unserer Vernunft, durch welche wir die göttlichen, die Natur durchdringenden und bestimmenden Gesetze gewahr werden und vernehmen (daher eben das Wort Vernunft). Die Erscheinungen des Lebens nachzuweisen, ist Sache der Beobachtung und Erfahrung, die Idee des Lebens zu erkennen, ist Sache innerer Selbstläuterung und Vervollkommnung. Wie daher Fr. Jacobi mit Recht sagt, daß die Erkenntniß Gottes dem Menschen nicht von außen gegeben werden könne, sondern daß die Seele innerlich zu dieser Erkenntniß hinauf organisirt werden müsse, so kann auch die Idee des Lebens, weil sie eben nichts anders ist, als das Erschauen einer ewigen Offenbarung des göttlichen Wesens in der Natur, nicht von außen dem Menschen demonstrirt werden, sondern er muß seine Geistesorgane unter treufleißiger Beachtung der Erscheinungen des Lebens zur Wahrnehmung dieses Urwesentlichen entfalten.

„Die Geisterwelt ist nicht verschlossen,
Dein Sinn ist zu, dein Herz ist todt;
Auf, bade, Schüler, unverdrossen
Die ird'sche Brust in Morgenroth!"

Lange Zeit haben sich die Physiologen mit der Annahme einer Lebenskraft hin und hergetragen; als ein unbekanntes Etwas sollte sie das primum mobile seyn, welches alles erklärte, gleichsam als ob man nicht Muth genug gehabt hätte, auf das stätige göttliche Einwirken in der Natur hinzuschauen. Nach und nach beginnt man diese unfruchtbaren Bestrebungen zu verlassen und allgemeiner zu erkennen: daß Leben nichts anderes heißen könne, als die eigenthümliche Daseynsform der gesammten Natur, daß es kein Lebensprinzip gebe, außer Gott, und daß es der Lebenserscheinungen so viele gebe, als Naturformen und Naturthätigkeiten irgend wahrzunehmen sind. Es bleibt demnach einzige Aufgabe der Lebenslehre: als Erfahrungswissenschaft, die Lebenserscheinungen der Natur zu beobachten, zu vergleichen und in ihren Reihenfolgen zusammen zu stellen; als Vernunftwissenschaft die inneren Gesetze der Lebenserscheinungen, wie sie sich aus der Einheit göttlicher Vernunft in nothwendiger Gliederung entfalten, immer bestimmter zu vernehmen.

Anmerkung. Es ist erfreulich zu sehen, wie zu Zeiten, wo die Physiologie noch von rohen und mechanischen Vorstellungen erfüllt war, einzelne erleuchtete Männer bereits muthig durch allen Schlamm und Schutt zur reinen Quelle sich hindurch arbeiteten. So sagt W. Harvey, der berühmte Entdecker des Blutlaufs, in seinem Buche von der Zeugung bei Gelegenheit der Zurückweisung solcher roher Vorstellungen: „Bei

einer solchen Ansicht hat man nur den materiellen Grund vor Augen, und vergißt darüber das, was in der Ernährung und Zeugung, wie in der ganzen Natur, das Wesentliche ist, die göttliche Kraft und Weltseele;" und ferner: „Wer mit verständiger Umsicht und reinem Sinn alles erwägt, leitet die Erzeugung aller Dinge von demselben ewigen und allmächtigen Wesen her, welches der Grund des Weltalls ist, mag man nun diesen höchsten Grund der Dinge Gott, oder Naturkraft, oder Weltseele nennen."

In den folgenden Bogen kann es zunächst nur darauf abgesehen seyn, die Lebenserscheinungen überhaupt und insbesondere die der Thiere dem Leser näher zu bringen und Behufs einer allgemeinern Uebersicht zusammenzustellen *); denn mit der Betrachtung des Sinnlichen beginnt die Bildung des Menschen überall, obwohl vor allem Sinnlichen das Uebersinnliche in ihm liegen muß, damit er von dem Sinnlichen zur höhern Bestrebung angeregt werden kann. Wir wenden uns demnach zur Beantwortung der Frage:

*) Einige Schriften über Physiologie hier namhaft zu machen, halten wir nicht für überflüssig. Man sehe demnach: Gottfr. Reinh. Treviranus Biologie oder Philosophie der lebenden Natur, Göttingen, 1802—21. F. Bartels systemat. Entwurf einer allgem. Biologie, Frankf. a. M., 1808. Fr. Darwin Zoonomie, od. Gesetze des thierischen Lebens; a. d. Engl. v. Brandis, 1795. K. Eb. Schelling üb. d. Leben u. seine Erscheinungen, Landsh., 1806.

2) Welches sind die wesentlichsten Erscheinungen des Lebens?

Um hierüber mit sich selbst ins Klare zu kommen, beachte man folgende Sätze:

a) Alles Entstehen, alles sich Bilden ist seinem Wesen nach ein Hervorgehen eines Bestimmten (eines individuell Begränzten) aus einem Unbestimmten, aber der Bestimmung fähigen.

b) Alles Vergehen, alles Zurückgebildetwerden ist ein Auflösen eines Bestimmten in ein Unbestimmtes, welches sofort wieder einer neuen Bestimmung fähig wird.

c) In wiefern alles in Zeit und Raum Bestehende durch Bildung entstanden und der Rückbildung unterworfen ist, werden wir genöthigt, die gesammte Natur als ein Unendliches, in ewiger Bildung und Umbildung begriffenes Ganzes zu denken.

d) Das selbstthätige Entfalten eines Bestimmten aus einem Unbestimmten ist aber ursprüngliche Erscheinung und zugleich allgemeines Zeichen und Document des Lebens.

e) Erkennen wir aber die gesammte Natur als ein in ewiger innerer Bildung und Umbildung begriffenes Unendliches, so müssen wir sie zugleich als das Lebendige schlechthin betrachten, dessen Urleben die Quelle ist, aus welcher die Lebenserscheinungen jedes besondern Lebendigen sich ableiten.

Anmerkung. Es ist nicht zu sagen, wie viel es den Neuern in Ausbildung einer primitiven Anschauung vom Leben der ganzen Natur Abbruch gethan hat, daß sie für Natur ein

fremdes Wort brauchen mußten, dessen Sinn man sich nicht immer gegenwärtig halten konnte. Die Griechen nahmen das Wort *φύσις* von *φύω*, ich wachse, und ihre Physis war ihnen also blos das ewig fort Wachsende, sich Bildende und sie wurden gleich durch das Wort auf den wahren Sinn des Begriffes geleitet. Ebenso nahmen die Römer das Wort Natura von nascor, ich werde geboren. Wir aber und ebenso Franzosen, Engländer und Italiener u. s. w. haben immer das Wort: Natur im Munde, und oft denken wir uns wohl dabei ein unbestimmtes Etwas, ein dunkles Wesen irgend einer besondern Art, und die frische gesunde Anschauung der Sinnenwelt, als das ewig sich fort Bildende, ist mit einem Male erloschen und vertilgt.

f) Jedes lebendige Wesen, in wiefern es aus sich selbst Mittel seiner verschiedenen auszuübenden Wirkungen, d. i. Werkzeuge, Organe, erschafft, heißt Organismus. — Die Natur, in wiefern sie rastlos neue Erscheinungen ihres innern Lebens hervorruft, ist der Organismus schlechthin (Makrokosmus). Jedes einzelne, sich aus sich selbst entwickelnde Naturwesen, in wiefern es nur im allgemeinen Organismus der Natur bestehen kann, sein Leben nur Ausfluß höhern Ur-Lebens ist, heißt Theilorganismus, endlicher, individueller Organismus, (Mikrokosmus), und seine Entfaltung ist nur unter Einwirkung des allgemeinen Naturlebens möglich.

g) Jeder individuelle Organismus entwickelt sich nach dem allgemeinen Gesetze aus dem räumlich Unbestimmten Bestimmbaren in einer bestimm-

ten Zeit zu einem räumlich Bestimmten. Einen räumlich, seinen Gränzen nach, unbestimmt bestimmbaren Stoff nennen wir flüssig. Das Flüssige (elastisch= oder tropfbar=Flüssiges) ist daher das Element aller organischen Entwickelung, oder der natürlichen Bildung überhaupt.

h) Jedes einzelne lebendige Wesen, in wiefern es sich in der Unendlichkeit der Natur durch Individualisirung absondert, tritt dadurch nothwendig in einen Gegensatz mit andern Naturwirkungen, und wie im Raume, so muß sein Daseyn auch der Zeit nach beschränkt seyn, es erscheint als endlich, als sterblich, wenn die Natur im Ganzen als unendlich und unsterblich betrachtet werden muß. — Dasselbe Verhältniß zwischen einem Ganzen und seinen Theilen wiederholt sich auch in dem individuellen Organismus selbst rücksichtlich seiner Gesammtheit und seiner einzelnen Gebilde, und zwar indem die organische, belebte Masse in jedem Augenblicke in stetiger Auflösung und Wiederbildung begriffen betrachtet werden muß.

Anmerkung. Ueberhaupt darf es wohl Hauptbedingung einer gesunden Physiologie genannt werden, den belebenden Körper immer nur als die in gewissen irdischen Elementen *) ausgedrückte Erscheinung einer gewissen Idee des

*) Elemente bezeichnen hier die Kräfte, deren Erscheinung das bedingt, was auch Substanz oder Materie genannt wird. Denn daß ein realer Unterschied zwischen einer an sich todten Materie und einer rein thätigen Kraft völlig unzulässig sey, ist bei einigermaßen scharfer philosophischer Prüfung unverkennbar.

Lebens zu betrachten, und nie zu vergessen, daß er in keinem Augenblicke ein Erstarrtes, sondern ein fortwährend Umgebildetes sei; ungefähr gleich einer erleuchteten Stelle auf einem reißenden Strome, welche auch im Ganzen für einige Zeit unverändert dieselbe zu bleiben scheint, obwohl ihr Inneres in rastloser Veränderung begriffen ist.

i) Ist nun aber das Flüssige eigentliches Element organischer Bildung, so folgt daraus, daß es überhaupt das ursprünglich Lebendige sey, wenn hingegen das Erstarrte als ein Produkt oder Residuum dieses Lebens, in welchem die lebendige Wirkung untergegangen zu betrachten ist; als ein Produkt, welches wieder in das ursprünglich Flüssige aufgelößt werden muß, wenn es von neuem lebendig erscheinen, und einer neuen Gestaltung fähig werden soll.

Anmerkung. Auf solche Weise geschieht es, wenn im Flüssigen die Neigung zur Krystallisation (d. i. eine nach polarischer Gestaltung strebende Lebenswirkung) rege wird; wir müssen dann das Krystallisiren selbst, die aus innern Prinzipien entstehende Bewegung des Stoffes, allerdings Leben nennen; aber dieses Leben erlischt in dem endlich erstarrten Gebilde des Krystalls, er ist das Residuum, das caput mortuum des Lebens, und als solches können wir ihn an sich nicht mehr lebendig, wir müssen ihn als erstorben betrachten, und wir werden ihn in längerer oder kürzerer Zeit zerfallen, sich auflösen, ins Flüssige übergehen sehen, und dadurch erst wird er fähig werden, neuen Bildungen als Element zu dienen. Auf

diese Weise erscheinen uns auch die Schichten unsers Erdkörpers als Residuen des ursprünglichen Bildungslebens dieses Planeten, sie sind als solche erstorben, und nur ihre allmählige Verwitterung und Auflösung macht sie fähig, neuen individuell organischen Bildungen als Element zu dienen.

k) Zwischen dem Flüssigen und völlig Erstarrten steht aber das Weiche mitten inne, in welchem sich einzelne erstarrte Atome, überall durchdrungen von Flüssigkeit, zeigen. Hierin auch liegt nun, im Vergleich mit dem oben Gesagten, der Schlüssel, um die Lebenserscheinungen weicher Theile zu begreifen. Wir sehen nämlich in dem weichen Gebilde zwar schon eine gewisse feste Begränzung des Individuums erlangt, und in sofern nähert es sich dem völlig Erstarrten und Erstorbenen; allein andern Theils ist auch die Flüssigkeit als das ursprünglich Lebendige in ihr vorhanden, das Leben ist in seinem Produkte nicht untergegangen, es wirkt vielmehr fort und fort die Bestimmung des Ganzen, verändert die Form durch Ausdehnen und Zusammenziehen, und stellt demnach das Weiche ebenso bestimmt als Organ des Lebendigen dar, wie das Flüssige als Element desselben anzusehen war.

Anmerkung. Es ist folglich nothwendig Weichheit ein Attribut aller lebendigen Einzelwesen; und Thiere und Pflanzen werden durch ihre weichen Theile allein des animalischen und vegetabilischen Lebens fähig; je mehr sie erhärten, erstarren, um so mehr sterben sie ab; je mehr sie erweichen, zerfließen, um so mehr werden sie wie-

der zum bloßen Element für anderweitige organische Bildungen.

l) Der einfachste und reinste Ausdruck der gleichmäßigen Beziehung gleichartiger Theile auf einen gemeinsamen Mittelpunkt ist Kugelgestalt. Ein räumlich unbestimmt Begränztes, ein Flüssiges, muß daher, so bald es überhaupt als ein Besonderes existirt, d. i. in seiner Gestaltung frei durch ein inneres Einheitsprincip, gleichsam durch einen innern Schwerpunkt, bestimmt wird, nothwendig die Kugelgestalt annehmen, und eben deshalb wird die Kugel zugleich zur ursprünglichen Form alles Organischen, da die Beziehung eines vorher räumlich unbestimmt Begränzten auf eine innere Einheit ja die erste Stufe aller organischen Bildung ist.

Anmerkung. Als Beispiele erinnere man sich an die Bildung des Wassertropfens, des Quecksilberkügelchens, der kugelförmigen Infusorien. Ja die Natur selbst, in wiefern wir sie als den unendlichen Organismus erkennen müssen, mögen wir uns am passendsten vorstellen: unter dem Typus einer unendlichen Sphäre, d. i. einer Kugel, deren Centrum überall gleichzeitig vorhanden, in welcher jeder Unterschied von innen und von außen aufhört, vielmehr überall ein Inneres, ja Innerstes anzunehmen ist.

m) Ist nun ferner jede Bildung ein in bestimmter Zeit erfolgendes Hervorgehen eines Bestimmten aus einem Unbestimmten, eines Mannigfaltigen aus einem Einfachen, einer Vielheit aus einer Einheit: so ergiebt sich daraus auch,

daß die Bildungen in Gegensätzen (polarisch) erfolgen müssen. Es sey nämlich die Einheit gegeben, und sie soll zur Vielheit werden, so kann dieß nur durch Theilung geschehen. Nun ist aber die einfachste Art der Theilung, die Theilung in zwei, welche durch abermalige Theilung immer größere Vielheit hervorbringt; und so wird also der Begriff des Gegensatzes, welcher kein anderer ist, als der aus einer Einheit in gleichem Maaße hervorgegangenen Zweiheit, vollkommen ausgesprochen. — Soll zwischen zwei Entgegengesetzten die Idee der ursprünglichen Einheit statt finden, so entsteht hieraus eine wesentliche Dreiheit; und wie überhaupt erst durch diese Vereinung der Entgegengesetzten, die Differenzirung vollkommen beschlossen ist (s. Anmerk.): so erklärt sich nun durch Wiederholung dieses Verhältnisses eine bestimmte Darstellung aller möglichen Zahlenverhältnisse. Jene ursprüngliche Dreiheit ist aber in allen Denkformen als Thesis, Antithesis und Synthesis (Satz, Gegensatz und Vereinsatz) durchgebildet.

Anmerkung. Ein mathematisches Beispiel über die Nothwendigkeit dreifacher Theilung zur Darstellung eines Besondern, giebt die Theilung einer unendlichen Linie. Theilen wir nämlich eine solche Linie an irgend einer Stelle, so bleiben immer noch zwei einseitig unendliche (also noch keineswegs räumlich begränzte) Linien übrig. Theilen wir dieselbe hingegen an zwei Orten, so erscheint nun erst zwischen den Theilungsstellen die bestimmte, d. i. endliche Linie.

n) Ist nun die ursprüglich organische Gestalt

die Kugel (siehe l), und geschieht überhaupt eine jede weitere Entfaltung nach Gegensätzen durch innere Differenzirung (siehe m): so ist es nothwendige Folge, daß bei fortschreitender Bildung die Kugel sich in andere Formen umändern müsse. Eine solche Umänderung ist aber in einem doppelten Sinne möglich, nämlich, da die Kugel selbst durch eine in jeder Richtung bestehende Indifferenz zwischen Centrifugal- und Centripetalkraft (Ausdehnung und Zusammenziehung) bedingt wird, entweder durch Vorwalten der Ausdehnung in einfacher und mehrfacher Richtung, also dergestalt, daß die Umbildung, als Ausdruck vorstrebender Weiterbildung, die Kugel über ihre Gestalt hinaus vergrößert, sie in die Eiform umändert, die Kugel selbst in einfacher oder mehrfacher Richtung vervielfältigt u. s. w.; oder durch Vorwalten der Zusammenziehung in einfacher und mehrfacher Richtung, also dergestalt, daß die Kugelfläche in einfacher oder mehrfacher Richtung einsinkt, sich abflacht, kurz die Kugel in gradlinige Körper (Eikosaeder, Dodekaeder, Hexaeder u. s. w.) umgewandelt wird. In dem erstern erscheint ebenso bestimmt eine verstärkte individuelle Lebenswirkung der Kugel, als in der letztern ein Schwächen, ein Erstarren, ein Ertödten innerer Lebenswirkung ausgedrückt ist.

Anmerkung. Dieser Satz ist von der äußersten Wichtigkeit zur Unterscheidung der Grundgestalten organisirter und unorganisirter Einzelwesen. Alle individuell belebte Gestalten nämlich gehören nothwendig zu den

durch Fortbildung der Kugel nach Außen entstehenden, und wie die Kugel und das Flüssige überhaupt als Symbol des Elementaren, der geradlinige Körper und das Starre als Symbol des Erstorbenen erschien, und wie eben deshalb das Lebendige als ein Weiches und der Form nach als zwischen Kugel und geradliniger Form in der Mitte stehendes gedacht werden mußte: so sind die Eiform, die vervielfachte, in Ellipsoide und parabolisch und hyperbolisch begränzte Körper verwandelte Kugel, die eigentlich wesentlichen Formen aller organisirter lebendiger Einzelwesen, und ihre Linien müssen in der Mitte stehen zwischen gerader Linie und reiner Kreislinie. Alle in der Bildung ersterbende Gestalten hingegen, wie sie dem Reiche unorganisirter Körper eigen sind, also alle Krystallformen, gehören den durch Zusammenziehung aus der Kugel hervorgehenden Gestalten an, sind Eikosaeder, Würfel und deren weitere Modificationen. Wie sonach recht eigentlich die Kugel in der Mitte steht zwischen dem Reiche organisirter und unorganisirter Wesen, ist sicher eine höchst wichtige Wahrnehmung; eine Wahrnehmung, auf welche (um es beiläufig zu bemerken) eine wahrhaft wissenschaftliche Darstellung der Krystallisationsgestalten in der Mineralogie ebenso gegründet werden könnte, wie auf die Betrachtung der vorschreitenden Ausbildung der Kugel, durch Vervielfältigung u. s. w., eine wahrhaft wissenschaftliche Darstellung der Grundformen thierischer Theile gegründet werden kann, und wie in derselben Gedankenreihe die wissenschaftliche Er-

läuterung der Gestalten des Pflanzenreichs einst möglich seyn wird. — Bis jetzt gehören streng-wissenschaftliche Arbeiten dieser Art noch zu den selten unternommenen, indeß in einer künftigen Zeit werden die Bedürfnisse unseres Geistes allgemeiner erkannt werden. Für die Construction der erstarrten Bildungen des Thierleibes, d. i. für die Skeletformen hat der Verf. eine ihn bereits neun Jahre beschäftigende Arbeit unternommen, welche unter dem Titel: „Von den Ur-Theilen des Knochengerüsts" demnächst erscheinen wird, und aus welcher mehreres hier entlehnt worden ist.

o) Müssen wir aber in Folge eines frühern Satzes (m) eingestehen, daß jede weitere Differenzirung als Wiederholung des ursprünglich einfachen Gegensatzes anzusehen sey: so werden wir ferner in diesem Satze zugleich den mathematischen Ausdruck für ein rücksichtlich der ganzen Entwickelungsgeschichte höchst wichtiges Gesetz wahrzunehmen vermögen, welches am schicklichsten etwa folgendermaßen auszusprechen seyn möchte. — Jegliche höhere Entfaltung und Ausbildung eines Organismus wird nur erreicht durch die mannigfaltigste Wiederholung des ursprünglichen Bildungstypus, und zwar in immer andern und höhern Potenzen oder Steigerungen. — Ein Gesetz, welchem wir deshalb eine besondere Wichtigkeit beilegen, weil auf ihm eben der Begriff der organischen Metamorphose, und die Nothwendigkeit der genetischen d. i. der dem Entwickelungsgange der Natur folgenden Methode für alle Naturwissenschaften gegründet ist.

Anmerkung. Die Nothwendigkeit der stätigen Beachtung der Entwickelungsgeschichte anerkannt zu haben, ist einer der größten Vorzüge neuerer Naturwissenschaft. — In Wahrheit hat ja jedes Naturwesen eine Lebensgeschichte, es ist ein anderes bei seinem Entstehen, ein anderes in seiner Reife, ein anderes bei seinem Vergehen. Da es nun Aufgabe der Wissenschaft seyn muß, den Begriff des ganzen Wesens zu erlangen, wie kann dieß erfüllt werden, wenn wir nur einen Zustand desselben, etwa den der Reife, beachten wollten.

Nach diesen Erörterungen wenden wir uns zu einer andern Frage:

3) Wodurch unterscheidet sich Thierleben von Pflanzenleben?

Die Pflanze ist wie das Thier eines Theils ein in sich beschlossenes lebendes Wesen, ein Organismus, andern Theils ein von höhern organischen Verbindungen abhängiges und nur in und durch diese Verbindungen mit andern Lebendigen bestehendes Glied allgemeinen Naturlebens. — Bei alledem besteht, wie jedem klar ist, ein bedeutender Unterschied zwischen Thier und Pflanze und das Wesentliche dieses Unterschiedes sich deutlich zu machen, ist unerläßlich, wenn man zu einiger Verständniß der Eigenthümlichkeit auch nur eines dieser organischen Reiche gelangen will. — Dieser Unterschied ist aber theils ein äußerlicher, in den Lebenserscheinungen ausgesprochener, theils ein innerlicher, in der Grundidee beider Reiche

gegebener. Gewöhnlich hat man zumeist auf den erstern geachtet; man hat gesagt, die Pflanze ist ohne Ortsbewegung, sie saugt durch viele Oeffnungen ein, sie lebt ohne Sinnesorgane und ohne eigentliche Eingeweide, welches alles sich im Thierreiche entgegengesetzt verhält. Allein obwohl solche Unterscheidungen im Ganzen sich bewähren, so finden sich doch im Einzelnen so unendliche Uebergänge, daß wir einsehen, die Unterscheidungsgründe müssen tiefer gesucht werden. Korallenbewohner, Polypen, viele Muscheln sitzen ohne Ortsbewegung zeitlebens fest, die Eingeweidewürmer saugen mehr durch ihre Körperoberfläche, als durch ihre Mundöffnung, die Rhizostomen haben von ihren Wurzelfaser=ähnlichen vielen Saugmündungen den Namen, und ebenso wenig kann bei vielen Infusorien von Sinneswerkzeugen und von Eingeweiden die Rede seyn, als bei Pflanzen. — So finden wir uns denn genöthigt, mehr ins Innere einzudringen, auf das Wirkliche in der Gesammtheit des Lebens beider Reiche, auf das innere Verschiedenartige in der Idee der Pflanze und des Thieres zu achten, und erkennen dann Folgendes: — Die Pflanze zeigt in ihrem ganzen Lebensgange nur das eine Ziel ihres Daseins, sich fortzubilden, ihre Gattung wieder zu erzeugen, sich (wie unsere Sprache recht gut ausdrückt) fortzupflanzen. Der ganze Kreislauf ihres Lebens liegt nur in dem Fortschreiten von ihrem ersten Keimpunkte zur Wiedererzeugung dieses Keimpunktes im Saamen, so reiht sich fortgreifend Ring an Ring, und es entsteht die unabsehliche Kette sich fortbildender Vegetation. — Je vollkommner die Pflanze wird, desto mehr

Zwischenglieder treten in Gegensätzen zwischen jenem ersten Keimpunkt und dem wiedererzeugten im Saamen hervor. In den niedrigsten Pflanzen, wie im Schimmel und in Staubflechten, reiht sich fast unmittelbar das neue Keimkorn an das primitive, aus welchem die ganze Pflanze hervorging; in den Moosen und Farrenkräutern treten schon äußerlich Wurzel, Stengel, Blätter hervor und innerlich wird der Gegensatz von den beiden, die Pflanzen beherrschenden Elementen: Luft und Wasser, hie und da schon durch den Gegensatz von Spiralgängen zu Zellgängen ausgesprochen, bevor ein Keimkorn wieder dargebildet wird, gleich dem, aus welchem die ganze Pflanze hervorwuchs. Aber erst in den höhern Pflanzen, welche Linné Pflanzen mit offenbarem Geschlecht, Phanerogamen, nannte, kommt zu den schon genannten, hier allgemein werdenden innern und äußern Gegensätzen der niedern Pflanzen, die höchste Gegensetzung hinzu, welche im Pflanzenleben erreicht werden kann, d. i. die Darbildung von verschiedengeschlechtlichen Staubfäden. Der Pollenstaub der Antheren tritt hier im Gegensatz auf zu den Fruchtkörnern des Fruchtknotens und aus dem Ineinanderwirken dieser Gegensätze, wo einer sich als der Bestimmende (Pollen), der andre als der Bestimmtwerdende (Fruchtkörner) verhält, geht dann erst der keimfähige Saamen hervor, welcher jedoch nun auch der Pflanze selbst sogleich fremdartig wird, abfällt und einen neuen Lebenskreislauf begründen kann. Die Einheit also, zu welcher das Pflanzenleben hinstrebt, und welche bald ohne, bald mit vorhergängiger Entwickelung von Gegensätzen erreicht wird, liegt stets

gewissermaßen außerhalb der Pflanze selbst, es ist der Saame, und sonach eigentlich der Anfang einer neuen Pflanze. Die höchsten Gegensätze des Pflanzenlebens wirken nicht mehr auf die Pflanze, aus welcher sie hervorkeimten, zurück, ihre Thätigkeit ist nur auf Erreichung eines Zieles gerichtet, welches nicht mehr innerhalb der Sphäre der Pflanze liegt, und man könnte sagen, die Pflanze ist mit ihren höchsten Bestrebungen nicht auf sich selbst, sondern aus sich hinaus gerichtet, und eben darin liegt der Grund, daß sie auch der Selbstanschauung, des Selbstgefühls, der Besinnung unfähig ist. — Ganz anders verhält sich dieß im Thier. Ein eigenthümlicher Gegensatz, wie er in der Pflanze auf dem Culminationspunkt des Lebens hervortritt, und aus dem die Wiedererzeugung des Gesammtorganismus als neues Individuum hervorgeht, durchdringt hier das ganze Geschöpf, es ist der Gegensatz der Punktmasse des Nervenmarkes und der Punktmasse des Blutes. Auch die niedrigsten Thiere lassen gekörnte oder Punktsubstanz erkennen und wird die Organisation nur einigermaßen entwickelt, gleich sondern sich bestimmter die räumlich ruhenden, aber dynamisch bestimmenden Markkörner der Nervenmasse von den räumlich bewegten, aber dynamisch bestimmt werdenden Blutkörnern der Säftemasse; im ganzen Thierleben durchdringen sich rastlos die Wirkungen von Nervenmark und Blut, in welchem die höchsten Gegensätze der Pflanze, Pollen und Fruchtkörner, hier in noch höherer Steigerung sich wiederholen. — Das Thier also besteht, kann man sagen,

durch unausgesetzte Durchdringung und Selbstzeugung von Blut und Nervenmark, und wenn die Pflanze ihre höchsten Gegensätze auf einen außer ihr liegenden Zweck, auf das neue Individuum richtete, so sind dagegen die höchsten Gegensätze des Thierlebens auf den eigenen Organismus und einwärts gewendet, wodurch denn eben Selbstwahrnehmung, Selbstgefühl und auf der höchsten Stufe Bewußtseyn und Freiheit hier ebenso nothwendig gesetzt sind, als sie in der Pflanze fehlen. — Die Gegensatzbildungen im Thierkörper sind jedoch mit dieser Darstellung von Blutkörnern und Nervenmark keineswegs beschlossen, sondern abgesehen davon, daß aus dem Zusammenwirken dieser beiden thierischen Ur-Substanzen eine Menge besonderer Organe hervorgehen, welche eine mannichfaltige Kette von Gegensätzen durchbilden, so muß das letzte Erzeugniß des Thierleibes, welches allemal erst bei seiner vollen Reife hervortritt, die Saamenflüssigkeit und Eiflüssigkeit als eine abermalige Steigerung der allgemeinen Gegensätze von Mark und Blut angesehen werden, und so finden wir, nachdem der örtliche geschlechtliche Gegensatz der Pflanzenorgane (Pollen und Fruchtkörner) im Thiere ein allgemeiner geworden war (Nervenmark und Blut), diesen allgemeinen Gegensatz im Thiere wieder örtlich zu den abermals geschlechtlichen Gegensatz von Saamen- und Eiflüssigkeit gesteigert werden, und somit den Kreis der organischen Verwandlungen mit schöner Gesetzmäßigkeit geschlossen. In wiefern jedoch das Thier früher, ehe es zur Darbildung des geschlechtlichen Gegensatzes kommt, den Mittelpunkt seines Daseyns in der Gegensetzung zwischen Blut und Nervenmark schon

empfunden hat, ist hier nicht mehr die Fortzeugung der Gattung höchster Zweck seines Daseyns, sondern höchster Zweck ist geworden die Bestimmung der eigenen Existenz, und diese Grundverschiedenheit beider Reiche einmal richtig erfaßt, werden die übrigen äußern Unterschiede dann alle leichter gefunden und ihrer wahren Deutung nach besser begriffen.

4) Wie entsteht das Thier?

Wenn weiter oben gezeigt worden ist, daß jedes besondre lebende Einzelwesen aus Flüssigem (dem räumlich noch Unbestimmten) hervorgehen, und daß die erste und einfachste Form einer jeglichen Individualisirung aus Flüssigem die Kugel seyn müsse, so wird im Voraus sich annehmen lassen, daß das Thier ebensfalls aus Flüssigem sich erzeugen und zuerst in der Kugelgestalt dargebildet werden müsse; und so ist es: — sey es ein Thier, welches immer es wolle, seine erste Lebensform ist die Kugel, seine uranfängliche Substanz ist eine Flüssigkeit, welche Eistoff, auch Eiweißstoff genannt wird. — Wir nennen diese erste Gestaltung, womit der Thierleib beginnt, das Ei. — Im gemeinen Leben kennt man unter diesem Namen freilich kaum etwas anderes, als das schon aus dem mütterlichen Körper hervorgegangene Ei der Vögel und nicht leicht wird bei dem ungeheuren Verbrauche dieser Thierkeime an das Geheimnißvolle ihrer innern Bildung gedacht. Dagegen welch eine unabsehliche Mannigfaltigkeit eröffnet sich dem Naturforscher bei diesem Worte, wie viel findet er der verschiedenen Zustände des

Eies zu unterscheiden, und wie unendliche Mannigfaltigkeit bietet ihm die Entwickelungsgeschichte desselben dar!

Alles Thier entsteht demnach zuerst nicht sowohl im Ei, sondern als Ei, denn das Ei ist wirklich anfangs das ganze nur noch höchst einfach gebildete Thier, so daß man das Ei auch wohl Eithier nennen könnte. Auch wäre es eine falsche Vorstellung, wenn man glauben wollte, das Ei müsse nothwendig immer von einem andern Thiere erzeugt seyn, es entstehen noch in gegenwärtiger Lebensperiode der Erde Millionen von Eithieren, Infusorien, ohne durch besondre Zeugung von ihres gleichen hervorgerufen zu seyn, aber es ist eine frühere Bildungsperiode der Erde anzunehmen, wo die Keime jeglichen Thierlebens aus der Urflüssigkeit auf gleiche Weise hervorgingen, wie jetzt aus Aufgüssen die Infusionsthierchen, Monaden u. s. w. sich bilden.

Anmerkung. Man sehe über die verschiedenen Formen der ursprünglichen Zeugung (Generatio aequivoca) eine treffliche Zusammenstellung bei Burdach, die Physiologie als Erfahrungswissenschaft, Leipzig, 1826, erster Band, S. 7. — Was die erste Entstehung höherer Thierformen und des Menschen selbst als primitives, nicht aus Zeugung ähnlicher Geschöpfe hervorgegangenes Ei betrifft, so sehe man darüber den zwar hypothetischen, aber mit großer Umsicht und Genialität verfaßten Aufsatz von Oken über die Entstehung des ersten Menschen (Isis, 1819, 2r Bd.).

Die erste Form, in welcher das Ei selbst ent-

steht, ist allemal die reine Kugel. Betrachten wir freilich das Ei, wenn es seiner Entwickelung zum Thierleibe mehr entgegen reift, so treffen wir die Kugelform schon mehr durch Ausdehnung zum Ellipsoid oder zu der gewöhnlich sogenannten Eiform umgebildet, allein an der Stelle, wo das Ei im mütterlichen Körper zuerst entsteht, im Eierstock, Ovarium, ist es wirklich blos Kugel, ebenso da, wo ein Thierkeim zuerst durch ursprüngliche Zeugung sich bildet.

Ebenso ist die Substanz jeden Thiereies und ebenso des menschlichen da, wo es zuerst sich bildet, reiner Eistoff, es ist ein Tropfen Eiflüssigkeit, dessen erster Bildungsakt darin besteht, sich äußerlich zu begränzen, sich mit einem Häutchen zu umziehen, welches Schalenhaut (Chorion) genannt wird, und die eigentliche Oberhaut des Eithieres ist. Rückt die Bildung des Eies weiter und löst es sich von seiner ursprünglichen Bildungsstätte, so trennt sich sein Inneres oft in verschiedenartige Theile, besondre Bildungshäute, Keimhäute entstehen, und wirken dann die die Entwickelung bedingenden und begünstigenden Momente ein (unter welchen ein gewisser Wärmegrad obenan steht), so kommt die eigentliche Thierbildung auf höchst verschiedenartige Weise zum Vorschein. — Bei der Mehrzahl von Thieren geht die letztere Entwickelung dann vor sich, wenn das Ei den mütterlichen Körper ganz verlassen hat, bei andern und namentlich bei den höchsten Thieren, den Säugethieren und im Menschen selbst, erfolgt die Entwickelung des Eies innerhalb des Mutterkörpers.

5) Wie viel verschiedene Systeme von Organen können im Thiere sich entwickeln?

Das Wesentliche jeder organischen Entwickelung ist, wie oben gezeigt wurde, die Theilung eines vorher Einfachen, Indifferenten in ein Mehrfaches und Differentes.

Anmerkung. Hierdurch weicht namentlich alle Naturbildung von dem ab, was durch menschliche Kunst hervorgebracht werden kann. Der menschliche Wille vermag nur irgend ein Besonderes zu bilden, indem er bereits gegebene Dinge benutzt, verändert, zusammensetzt; ein Naturkörper hingegen, und so der Mensch selbst in seinem körperlichen und geistigen Leben, entsteht aus einem einfachen Indifferenten durch Bildung, d. i. Zersetzung, Theilung von innen heraus. So entfaltet sich selbst im Geistigen die Idee des Künstlers und die Erkenntniß des Weisen aus einem dunkeln ursprünglichen Zustande hervor, und nur durch immer weitere Auseinandersetzung aller darin enthaltenen, möglicher Weise zu sondernden Momente kommt eine deutliche Vorstellung des Kunstwerks oder der Wissenschaft zu Stande, die dann freilich, wenn sie sich sinnlich offenbaren wollen, der Zusammensetzung sinnlicher Zeichen zur Darstellung bedürfen.

Wenn also das Thier als ein von innen und außen Einfaches entsteht, so ist es unerläßlich, daß es bei seiner Entwickelung ein Mehrfaches wird, obwohl innerhalb der im Ganzen bleibenden Einheit. Dieses Mehrfachwerden wird äu-

ßerlich durch gewisse gesetzmäßige Gliederungen und Abtheilungen des Thierkörpers, innerlich durch Hervortreten verschiedenartiger Organe sich beurkunden. Der erste und eigenthümlichste Gegensatz im Thierleben ist nun, wie oben gezeigt wurde, der von Mark und Blut, und so gestalten sich die großen, den ganzen Thierleib durchdringenden Gegensätze von Gefäßsystem und Nervensystem. — Beide Systeme aber gliedern sich weiter, indem für die der Außenwelt zugekehrten Seiten derselben sich besondere, ihnen zunächst untergeordnete Systeme entfalten. — So bedarf das System der Nahrungssäfte (da Leben nur durch rastloses Um- und Fortbilden besteht,) Erneuerung des Bildungsstoffes von außen, und Aussonderung wieder zersetzten Bildungsstoffes nach außen. Durch das erste ist die Entstehung eines Systems bedingt, in welches Nahrungsmittel aufgenommen, aufgelöst, dem Körper verähnlicht (assimilirt) werden. Wir nennen es System der Verdauungswerkzeuge, und wesentliches Organ ist der Nahrungskanal, Darmkanal, welcher abermals in verschiedene Abtheilungen, namentlich in Speiseröhre, Magen und eigentlichen Darm zerfällt. — Durch die zweite Nothwendigkeit ist die Entstehung eines Systems bedingt, welches zersetzte Stoffe aushaucht, aussondert, wir nennen es System der Athmung und Absonderung, und es gehören dahin theils die Athmungswerkzeuge, wie Lungen, Kiemen und die ganze Hautfläche, theils die großen Absonderungsorgane, wie Leber, Nieren und die sämmtlichen absondernden Drüsen. — Ferner bedarf, gleich dem System der allgemeinen Bildungssäfte, auch das Nervensystem der Wechselwirkung mit

der Außenwelt, und so bildet sich theils ein System, welches Reize der Außenwelt aufnimmt und dem Nervenleben mittheilt, theils ein System, welches die innern Zustände und Bestimmungen des Nervenlebens auf das Aeußere überträgt. Das erstere dieser Systeme nennen wir System der Sinneswerkzeuge, das zweite System der Bewegungswerkzeuge. Je entschiedener diese sechs Systeme sich entwickeln, desto mehr streben sie als besondere hervorzutreten, sich von einander abzusondern, zu individualisiren, sie umgeben sich mit besondern bald stärkern, bald schwächern Hüllen, je nachdem ihre Selbstständigkeit eine größere oder geringere ist. Ebendarum nun sehen wir in dem höchsten der Selbstbestimmung gewidmeten System, im Nervensystem, eine solche Abgränzung (Isolirung), sobald es selbst zur vollkommensten Bildung gelangt, auch am vollständigsten erreicht, und zwar durch den Theil des Knochengerüsts, welche den Namen des Nervenscelets zur Unterscheidung von andern Sceletbildungen am schicklichsten erhält, da seine wesentlichsten Theile (Rückgrath und Schädel) die wesentlichsten Organe des Nervenlebens (Rückenmark und Gehirn) genau umschließen. — Streng genommen sind übrigens alle diese Hüllen nur Wiederholungen der allgemeinen Abgränzung des Thierkörpers von der Außenwelt; eine Abgränzung, welche am einfachsten im Verhältniß der Eischaalenhaut zur Eiflüssigkeit sich darstellt, und späterhin durch die Hautbedeckung sowohl an Außenfläche, als Innenfläche (in Darm= und Athmungswegen) ausgedrückt ist. Ja es erklärt sich erst die Verknöcherung der Nervenhülle um Hirn und Rücken=

mark in höhern Thieren dadurch, daß schon um Eischaalenhaut, wie um Haut und Darm und Athmungsfläche Sceletbildungen sich entwickeln, welche mit dem Namen des Haut- und Eingeweidescelets am schicklichsten belegt werden. Diese Scelette bestehen indeß entweder aus kohlensaurem Kalk (wie die Eier-, Muschel- und Schneckenschaalen), oder sie sind knorplig (wie die Luftröhrenringe bei Säugethieren), oder hornartig (wie das Hautscelet der Insekten und die Oberhaut höherer Thiere). Weit vollkommner ist indeß sowohl in der Form, als in der Mischung das aus phosphorsaurem Kalk gebildete Nervenscelet, die gesteigerte Wiederholung der vorigen.

Anmerkung. Die verschiedenen Sceletbildungen geben bei einer tiefern Untersuchung zu so vielen und mannigfaltigen Betrachtungen Anlaß, daß schon vor einer Reihe von Jahren ein geistreicher Naturforscher (Troxler) sich zu dem Ausspruch bewogen fand: „Das Sceleton ist überhaupt das wichtigste und gültigste physiognomische Zeichen, welch ein schaffender Geist und welch eine geschaffene Welt sich im Leben durchdrangen." — Eine ausführliche Arbeit, welche mich über diesen Gegenstand schon lange beschäftigt, habe ich oben angezeigt, hier will ich das zweite Heft meiner Erläuterungstafeln für vergleichende Anatomie bemerklich machen, in welchem Haut-, Eingeweide- und Nervenscelet in ihren Hauptformen dargestellt sind. Leipzig, bei Fleischer, 1827.

Nachdem nun die sechs besondern, auf indi-

viduelles Thierleben gerichteten Systeme in ihrer Verschiedenartigkeit geschildert sind, ist noch des Systems zu gedenken, in welchem sich auf eine gesteigerte Weise der höchste Lebenszweck der Pflanze, die Fortpflanzung, wiederholt, und welches wir das Geschlechtssystem nennen. Dieß System hat die Bestimmung, den gesammten Thier-Organismus wieder zu erzeugen, und wie das gesammte Thierleben zunächst in dem Gegensatz von Blut- und Nervenleben sich trennte, so strebt die Natur hier durchgängig bei höherer Entwickelung nach dem Gegensatze des Männlichen und Weiblichen.

Wenn wir jetzt in einem tabellarischen Ueberblick die Eintheilung der verschiedenen Systeme wiederholend darlegen, so glauben wir dadurch bei unsern Lesern die Leichtigkeit des Verständnisses zu begünstigen.

Ei.

- Schaalenhaut (Chorion) (bis zur erdigen Schaale erhärtend)
- Eiflüssigkeit (Dotter)
  - Thierleib
    durch allgemeine Umhüllung von der Außenwelt abgesondert, welche bis zum Hautscelet und gegen eingedrungene Stoffe bis zum Eingeweidescelet sich erhärtet.
    - Organe zum Leben des Thieres als Einzelwesen.
      - Nervenmark
        Nervensystem
        umgiebt sich mit Hülle, Nervenscheiden und Nervenscelet.
        - Sinnensystem.
        - Muskelsystem.
      - Blut
        Gefäßsystem
        - Verdauungssystem.
        - Athmungs- und Absonderungssystem.
    - Organe zum Fortleben des Thieres als Gattung (Geschlechtssystem)
      - männliche Geschlechtsorgane.
      - weibliche Geschlechtsorgane.

Was nun endlich die Vertheilung dieser organischen Systeme an verschiedenen Körpergegenden des in allen Haupttheilen entwickelten Thieres und die Benennungen dieser Körpergegenden betrifft, so vereinigen sich höchstes Nervengebilde und die höhern Sinne in dem Körperabschnitt, welchen wir **Kopf** nennen, höchstes Organ des Gefäßlebens (Herz) und Athmungsorgane in dem Theile, welchen wir **Brust** nennen, während Verdauungs- und Geschlechtssystem die Gegend einnimmt, welche **Bauch** genannt wird (Brust und Bauch zusammen erhält den Namen des Rumpfes), das Muskelsystem hingegen vorzüglich auf die Gliedmaaßen sich concentrirt, und die Sceletbildungen die eigentlichen Stützpunkte der sämmtlichen Weichgebilde abgeben.

Die Ordnung, in welcher diese mannigfaltigen Sonderungen bei der Entwickelung des Thierkörpers allmählig hervortreten, ist ein Gegenstand der tiefsten und verwickeltsten Forschungen; hier haben wir uns nur auf einige der allgemeinsten Resultate zu beschränken. Es sind folgende drei: 1) zunächst durch die wesentliche Eiflüssigkeit, Dotter, wird die Entstehung des Rumpfes bedingt, d. i. der Rumpf und insbesondre der Bauchtheil desselben entsteht geradezu aus einer Verwandlung des Dotters, 2) erst im Gegensatz zum Rumpf entwickelt sich der Kopf, 3) die nächste Sonderung des Rumpfes ist die in Brust und Bauch, und mit dieser deutlichern Absonderung der Athmungsgegend beginnt auch die Entwickelung der Gliedmaaßen. — Wir werden diese Ordnung besonders zur Beantwortung der nächsten Frage zu berücksichtigen haben.

6) Unter wie viel wesentlich verschiedenen Lebensformen kommt das Thier im Thierreich vor?

Die Natur ihrem innersten Wesen nach ist ein unendlich Mannigfaltiges, jeder besondere Kreis des Naturlebens muß deshalb in einer unendlichen Mannigfaltigkeit von Formen durchgebildet werden, und so das Pflanzenreich, das Thierreich. Die unendliche Mannigfaltigkeit der Einzelwesen eines organischen Reichs wird aber erreicht, indem die verschiedenen wesentlichen Eigenthümlichkeiten gerade dieser Lebensform in unendlich mannigfaltigen Combinationen sich durchdringen, gerade so, wie die Unendlichkeit der Sprache oder der Musik bedingt wird durch die unendlich mannigfaltigen Combinationen der Laute oder der Töne. — Kennen wir nun aber die wesentlich verschiedenen innern Lebensformen des Thieres überhaupt, so besitzen wir darin gleichsam die Grundzahlen, aus denen die verschiedenen Summen der gesammten Lebenserscheinungen einzelner Thiere sich ergeben, sobald wir nur mit sorgfältiger Ueberlegung es uns klar machen, auf wie vielfache Weise diese einfachen Elemente der Verbindung unter einander fähig sind. Ohngefähr auf gleiche Weise finden wir in der Musik aus Kenntniß der Grundeigenschaften der Töne eine Erkenntniß der Grundverschiedenheiten einer gewissen Zahl von Tonarten heraus, deren dann jede allerdings in sich wieder die Möglichkeit einer unendlichen Menge von Melodien enthält.

Hat man nun im Vorigen sich genau eingeprägt, welche wesentlich verschiedene Lebensformen

und Organe in der Eigenthümlichkeit des Thieres überhaupt begründet sind, so wird sich, je nachdem man bedenkt, wie bald das eine oder andere System oder Organ vorherrschen kann, mit Bestimmtheit ergeben, wie viel im Thierreich überhaupt wesentlich verschiedene Thierformen oder Thierklassen vorkommen können.

Einfachste Gestaltung des Thierlebens war aber: das Ei, in dessen Innern Nerven und Blutsystem noch nicht vollkommen (actu) gesondert sind. Soll nun das Thierreich alle mögliche Lebensformen als bleibende Bildungen darstellen, so muß es demnach zuvörderst Thiere geben, welche dem Begriff des Eies entsprechen, welche Eithiere sind, und in welchen der Gegensatz von Blut- und Nervenleben noch gar nicht räumlich durch besondere organische Systeme getrennt ist. Aus der Eiflüssigkeit (Dotterblase) hervor bildete sich zunächst der Rumpf, durch den Gegensatz von Verdauungs- und Geschlechtssystem im Bauche, mit Athmungs- und Gefäßsystem in der Brust ausgezeichnet. — Es muß demnach Rumpfthiere geben, in welchen, obwohl nun Nerven- und Gefäßsystem geschieden sind (wodurch sie höher, als Eithiere, stehen), der Rumpf der wesentlich entwickelte Theil ist; indem die höhern Organe des Kopfs, Hirn und Sinne, noch ganz fehlen oder unvollkommen entwickelt sind. Diese Rumpfthiere werden zerfallen in solche, wo die Bauchorgane vorherrschen (Bauchthiere) und solche, wo die Brustorgane vorherrschen (Brustthiere).

Zuhöchst und im Gegensatze zum Rumpfe entwickelt sich aber der Kopf, bezeichnet durch Darbildung eines höhern Mittelpunkts vom Nerven-

system (Hirn) und dadurch bedingten Darstellung eines höhern Scelet= und Muskelsystems, so wie vollkommnerer Sinneswerkzeuge. Es muß demnach Thiere geben, welche durch bleibende Darbildung eines Uebergewichtes der vom Kopfe bedingten Organe sich auszeichnen, welche Kopf= oder Hirnthiere genannt werden müssen. Diese Kopfthiere werden nun wieder, durch Verbindung (Combination) ihrer besondern Eigenschaft mit verschiedenen Entwickelungszuständen des Rumpfs, verschiedenartige Lebensformen darbieten, theils indem die vollkommnere Entwickelung wesentlicher Kopfgebilde noch gehindert wird durch gleichzeitig stärkere Ausbildung der Rumpforgane, und zwar a) durch eine übermäßige Entwickelung von Geschlechtsorganen und insbesondere von Eibildung, wodurch die Classe der Eithiere wiederholt wird als Kopfgeschlechtsthier, oder b) durch eine besondere Entwickelung der Dauungsorgane, wodurch die Classe der Bauchthiere wiederholt wird als Kopfbauchthier, oder c) durch eine besondere Entwickelung der Brustorgane, wodurch die Classe der Brustthiere in diesem höhern Kreise wiederholt wird, als Kopfbrustthiere. — Theils aber wird eine vollkommene Entwickelung der Hirnorgane bei gesetzmäßiger Beschränkung der Rumpforgane vorkommen müssen, und es werden sich eigentliche Hirnthiere, oder Kopfthiere schlechthin, oder Kopf=Kopfthiere entwickeln. — Auf diese Weise erhalten wir sonach nothwendig den Begriff von sieben besondern Hauptformen des Thieres im Thierreiche, oder von sieben Classen wesentlich verschiedenartig organisirter thierischer Geschöpfe, wodurch der Kreis

von Möglichkeit wesentlich verschiedenartiger Organisation des Thieres erschöpft ist. Allein eins ist nun noch übrig, welches nur zuhöchst sich darbilden kann, d. i. eine Organisation, in welcher alle die in diesen sieben Grundformen des Thierreichs zerstreuten Vollkommenheiten unter einem neuen Brennpunkt, d. i. unter der Idee vollkommener innerer Freiheit und Selbstbestimmung vereinigt wurden, und eine solche Organisation würde ebenso bestimmt von der Thierheit sich abscheiden, als das rein weiße Licht, welches wir erhalten, wenn wir die prismatischen Farben durch ein Brennglas wieder in einen Punkt zusammenziehen, von den Farben sich abscheidet. Diese Organisation ist nun die des Menschen, und so wenig, als reines Licht Farbe genannt werden kann, obwohl die Möglichkeit aller Farben in ihm liegt, so wenig darf der Mensch Thier genannt werden, obwohl alle Thierorgane in ihm sich wiederholen. — Nachdem wir nun somit im Wesentlichen die Beantwortung der obigen Frage gegeben, wird es nöthig seyn, die einzelnen Thierclassen etwas näher zu bezeichnen:

I. Thiere, in welchen die Bedeutung des menschlichen Eies prädominirt, in welchen sich der Gegensatz von Blut und Nervenmark noch nicht räumlich geschieden hat, wo jedem Punkte ihrer weichen Körpermasse noch die Bedeutung von Blut- und	I. Kreis. 1ste Classe. Ei-Thiere, Urthiere (Oozoa). (Hierher gehören z. B. die Infusorien, Polypen, Zoophyten und Strahlthiere [Seeigel, Seesterne].)

Nervenpunkt zugleich zukommt, gleichsam belebende, sich nährende und bewegende Eier.

II. Thiere, in welchen der Gegensatz von Blut und Nervenmark blos als einfaches, farbloses Blutsystem und einfaches Gangliensystem gegeben ist, und in denen sich aus dem Ei außer den Geschlechtsorganen, namentlich Verdauungs=, Athmungs=, Gefäßsystem, d. i. **Rumpforgane** als wesentlich entwickelt haben. Also Thiere mit wesentlich vegetativen Organen. — Sie theilen sich, wie der menschliche Rumpf in Brust und Bauch zerfällt,

II. Kreis.
Rumpf=Thiere
(**Korpozoa**).

a) in Thiere, wo die Eingeweide überhaupt und namentlich die des **Bauches**, d. i. die Verdauungsorgane vorwalten,

2te Classe.
Weichthiere, Bauchthiere, Darmthiere (**Mollusca, Gasterozoa.**)
(Hierher gehören z. B. Muscheln, Schnecken, Dintenwürmer.)

b) in Thiere, wo die Haut, die Athmungswerkzeuge und Gliedmaaßen vorwalten, in welchen also

3te Classe.
Gliederthiere, Brustthiere, Hautthiere (**Articulata, s. Thoracozoa.**)
(Hierher gehören z. B.

die Bedeutung der **Brust** hervorgehoben ist.

die Würmer, Asseln, Krebse, Spinnen und Insekten.)

III. Thiere, in welchen der Gegensatz von Blut und Nervenmark zweifach dargebildet ist, nämlich als Lymph- und Blutsystem, und als Ganglien- und Central- oder Hirnsystem, welche also namentlich durch Entwickelung des Hirns und Kopfs bezeichnet sind. In dieser höhern Formation werden nun, bevor sie selbst als vollkommen dargebildet wird, die einzelnen frühern Formationen in gleicher Reihenfolge sämmtlich, obgleich in höherer Bedeutung wiederholt — (wie dieses im Verhältniß einer niedern Formationsreihe zur höhern an sich nothwendig begründet ist) und wir erhalten dadurch folgende weitere Abtheilungen:

III. Kreis.
Hirn-Thiere oder Kopf-Thiere (**Encephalozoa**).

a) Hirn-Thiere, welche den ersten Kreis wiederholen, und in welchen das Ur-Geschlechtliche, d. i. die Eibildung vorherrscht,

4te Classe.
Kopf-Geschlechtsthiere, Fische (**Pisces**).

b) Hirn-Thiere, welche

den zweiten Kreis wiederholen, und in welchen die Rumpfbildung vorherrscht. Sie theilen sich demnach in:

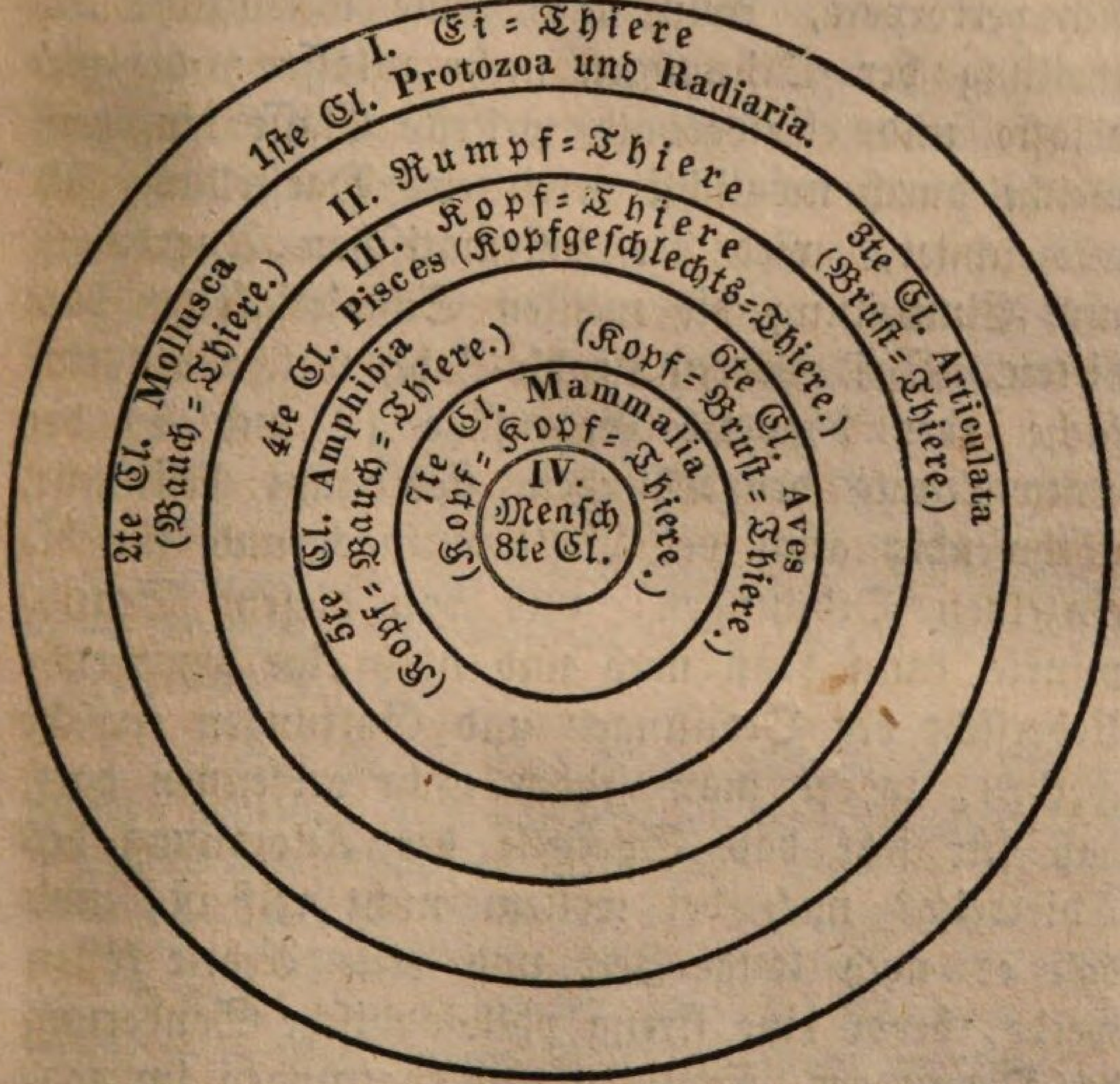
α) Hirn-Thiere mit vorwaltender Darm- oder Bauchbildung,	5te Classe. Kopf-Bauchthiere, Lurche (Amphibia).
β) Hirn-Thiere mit vorwaltender Haut- und Brustbildung.	6te Classe. Kopf-Brustthiere, Vögel (Aves.)
c) Hirn-Thiere, welche die eigentlichen Repräsentanten des dritten Kreises sind, und wo die Ausbildung des Hauptes und seiner Sinne vorwaltet.	7te Classe. Kopf-Kopfthiere, Säugethiere oder Sucker (Mammalia.)

So also schreiten diese drei Kreise der Thierheit rein gesetzmäßig und sich immer weiter entfaltend, der erste als einfaches Glied, der zweite zu zwei Gliedern, der dritte zu vieren entwickelt, vorwärts; den Abschluß der gesammten Reihe aber erreicht die Natur erst durch vollkommen harmonische Darstellung der gesammten, zum Begriffe der Thierheit gehörigen Mannigfaltigkeit unter dem Gesichtspunkt einer höhern Einheit, oder, mit andern Worten, durch vollkommene Vermählung der Natur der Thierheit mit der Idee der Vernunft.

IV. Kreis.
8te Classe.
Menschheit.

Anmerkung. Wollte man von dieser Ordnung irgend ein figürliches Abbild entwerfen, wie

man denn Netze und Ketten und Eiformen für diesen Zweck wirklich entworfen hat: so könnte man, nach meiner Ueberzeugung, diese Absicht blos durch in einander gelegte Kreise auf eine naturgemäßige Weise erreichen, nämlich so:



Es wären hierdurch zugleich die größere Menge und Mannigfaltigkeit der Gattungen niederer Classen, so wie die geringere Menge und Mannigfaltigkeit höherer bequem anzuzeigen, zugleich aber auch die verschiedenen Reihen, welche durch die Familien verschiedener Classen hindurch bis gegen die höchste sich verfolgen lassen, auf's beste auszudrücken, welches im Einzelnen auszuführen

allerdings sehr mannigfaltige Prüfungen und Vergleichungen erfordern würde.

Was die weitern Unterabtheilungen dieser Classen betrifft, so muß hier dasselbe Gesetz, was die Abtheilung der Classe bestimmt, fortwirken. Die höchste Classe, in welcher die Idee der Einheit sich verkörpert, kann auch keine wesentliche Abtheilung der Ordnungen mehr zulassen: die niedrigste und ebendeshalb weiteste Classe hingegen, welche durch möglichst vereinzelte Darstellung sich auszeichnet, wird der systematischen Anordnung und Eintheilung die meisten Schwierigkeiten darbieten. Bei alledem ist die Zahl, welche als einfache oder doppelte Gegensätze (2 und 4) der Entwickelung der Thierheit überhaupt bestimmt, nothwendig auch der Bestimmungsgrund für die einzelnen Ordnungen; und von diesem Standpunkte kann denn nach und nach eine genügende Uebersicht der Ordnungen und Gattungen erreicht werden, wobei man jedoch nicht verkennen darf, daß für jetzt das Specielle der Anordnung des Thierreichs noch bei weitem nicht reif ist, und daß es noch lange Zeit und viele Arbeit kosten werde, bevor eine streng philosophische Sonderung der Ordnungen, Familien und Gattungen im zoologischen System eben so durchzuführen sein wird, wie hier durch Beachtung des Wesens der Animalität die Hauptabtheilungen des Thierreichs dargestellt sind. — Auch übersehe man nicht, daß die Systematik der Zoologie, wie die der Botanik, immer nur die Mittelpunkte organischer Formenreihen ins Auge fassen könne, um nach diesen, in welchen sich der Charakter jeder Reihe am entschiedensten ausspricht, den Ort, welchen sie

einnehmen sollen, zu bestimmen. Anfangs- und Endpunkte jeder Reihe sind nämlich allemal Uebergänge zu andern Reihen *). — Können ja doch sogar bei Bestimmung der Species immer nur vollständige, den Gesammtcharakter rein an sich tragende Individuen ins Auge gefaßt werden, da andere Individuen stets in andere Species übergehen werden. — Ausführlichere Darstellung eines solchen zoologischen, auf Entwickelungsgeschichte gegründeten Systems, s. m. übrigens als Versuch gegeben in der tabellarischen Uebersicht des gesammten Thierreichs, von Ficinus und Carus, Dresden bei Arnold, 1826 **).

*) So bilden sich in den höchsten Eithieren schon elementare Formen des Nerven- und Blutsystems, wenn dagegen die niedrigsten Mollusken und Würmer durch Mangel dieser Systeme den Eithieren anzugehören scheinen u. s. w.

**) Einige Werke über Naturgeschichte des Thierreichs (Zoologie) hier namhaft zu machen, halten wir nicht für überflüssig. — Man sehe also: — J. F. Blumenbach's Handbuch der Naturgeschichte, 7te Aufl., Göttingen, 1803. Oken Lehrbuch der Zoologie, 2 Thle., Jena, 1815—16. J. Tiedemann Zoologie zu Vorlesungen, 3 Thle., (noch unbeendigt), Landshut und Heidelberg, 1804. Cuvier le regne animal, Paris, 1817, 4 Thle., deutsch übersetzt von Schinz. G. A. Goldfuß Handbuch der Zoologie, 2 Thle., Nürnberg, 1820. Und ebendesselben naturhistorischen Atlas.

II.

Von dem Baue und den Lebenserscheinungen der Thiere im Einzelnen.

Wenn ich es im Nachstehenden unternehme, dem Leser nicht sowohl ein Gemälde, als vielmehr einen Umriß zu entwerfen von der unübersehbaren Mannigfaltigkeit, welche die organische Bildung der verschiedenen Thiere darbietet, so haben wir uns zuvörderst die Ordnung, in welcher am zweckmäßigsten vorzuschreiten seyn wird, deutlich zu machen, damit in einem so verwickelten Labyrinthe der leitende Faden nicht verloren werden möge.

Der Uebergang vom Einfachern zum Mannigfaltigern ist aber überall der einzig naturgemäße, und dieser Richtschnur folgend haben wir die einfachern, d. i. niedrigern Bildungen stets vor den mannigfaltigern, d. i. höhern Bildungen zu betrachten. Die Ordnung wird also im Ganzen die der aufsteigenden Linie nach den oben bezeichneten Stufen seyn, und die einzelnen organischen Systeme werden sich so in ihrer allmähligen Entfaltung dem Leser am besten dar-

stellen. Welches dieser Systeme zuerst, welches zuletzt wir zur ausführlichern Betrachtung vornehmen, würde an sich ziemlich gleichgültig seyn, nur daß es in sofern zweckmäßiger scheint, die höhere Seite des Thierlebens, das Nerven-, Sinnen- und Muskelsystem zuerst durchzugehen, als durch diese Systeme das Thier insbesondere charakterisirt wird (man nennt diese gesammten Seiten des Thierlebens deshalb wohl auch die animale Sphäre, im Gegensatz zur vegetativen, welche das bildende Leben begreift,) und als in diesen Systemen zugleich die Steigerung der Organisation aus höhern Gründen am deutlichsten ausgesprochen ist. Mit der Schilderung der Art und Weise, nach welcher das Nervensystem im Thierreich sich entfaltet, werden demnach diese Betrachtungen beginnen und so bis zu den Systemen des bildenden Lebens sich fortsetzen, stets sich's zur Aufgabe machend, die Fragen zu lösen, welche über diese Gegenstände dem denkenden Leser sich zunächst darbieten *). —

*) Auch hier gebe ich die Titel einiger ausführlichern Werke über vergleichende Anatomie. Man sehe also: — 1) Jo. Fr. Blumenbach Handbuch der vergleichenden Anatomie, Göttingen, 1815, 2te Aufl. 2) Cuvier Leçons d'Anatomie comparée, V Vol. Paris, 1799 — 1805, deutsch von Froriep und Meckel, 1809, 4 Bde. 3) C. G. Carus Lehrbuch der Zootomie, Leipzig, 1818, und dessen Erläuterungstafeln zur vergleichenden Anatomie, Leipzig, 1826 — 1827. 4) J. F. Meckel System der vergleichenden Anatomie, Halle, 1821, 1ster Th., (3 Bände erschienen bisher, das Werk ist noch unbeendigt).

I. Wie gestaltet sich das Nervensystem, die Wurzel alles Empfindung-Lebens, im Thierreiche?

Das Wesentliche des Nervensystems ist, wie oben gezeigt wurde, das Nervenmark. Das freie, durch den ganzen Thierkörper verbreitete, noch nicht von der übrigen Thiersubstanz abgesonderte Mark ist deshalb ursprüngliches nie fehlendes Gebilde des Nervensystems. Erst wenn das Nervenmark mit einer besondern Hülle (Nervenscheide, Neurilema) sich umgibt und von übriger Thiersubstanz sich abscheidet, entsteht ein Nervensystem, welchen folgende wesentliche Eigenschaften durchaus und überall zukommen müssen.

1) Es muß allemal ein einiges und ungetrenntes Ganzes darstellen, da das Nervensystem als das Bestimmende und Centrale des Thier-Organismus nur als ein Ganzes seine Bestimmung erfüllen kann.

2) Eben in wiefern es zum übrigen Thierkörper wie Mittelpunkt zum Umfange eines Kreises (wie Centrales zum Peripherischen) sich verhält, werden die wesentlichen Bildungen desselben seyn: a) innere Brennpunkte, Heerde des Nervenlebens, Nervenknoten (Ganglia), b) Ausstrahlungen (Radii) der Nervensubstanz von diesen Knoten nach den verschiedenen übrigen Thiergebilden, Nervenfäden (Nervi), c) Zuleitungsfäden zwischen den einzelnen Mittelpunkten (Ganglien) des Nervensystems, Markverbindungen (Commissurae).

3) Aus demselben Grunde endlich kann das

Nervensystem nirgends unmittelbar an der innern oder äußern Oberfläche des Thierleibes zu Tage liegen, sondern muß in das Innere, ja mit seinen Hauptgebilden (Nervenknoten) in das Innerste zurückgezogen seyn.

4) Die niedere oder höhere Entwickelung des Nervensystems wird in der geringern oder stärkern Darbildung einer Mannigfaltigkeit von Nervenknoten sich beurkunden, welche bei höchster Bildung auf möglichst vollkommene Weise nicht nur *unter* sich verbunden, sondern auch unter einander in gewisser gesetzmäßiger Stufenfolge subordinirt sind, so daß auch in dieser Beziehung der möglichst vollkommene Ausdruck der Einheit erreicht werde.

Gehen wir jetzt die Classen des Thierreichs einzeln durch und betrachten das Eigenthümliche der Bildung des Nervensystems, wodurch jede Classe insbesondere ausgezeichnet ist. —

A. In den Ei- und Rumpfthieren.

1. In den Eithieren (Ur- und Strahlthiere).

Sie wurden im Allgemeinen bezeichnet durch den Mangel eines Gegensatzes von Blut- und Nervensystem, und so ist denn auch in Wahrheit weder bei Infusorien noch Polypen noch Quallen (**Medusae**) irgend eine Spur von Nervensystem zu finden, obwohl die letztern groß genug wären (es sind oft dicke Gallertscheiben von 2—4—8 Zoll im Durchmesser), um Nerven erkennen zu können. Nichts destoweniger ist Verstreuung des

Nervenmarks durch den ganzen weichen Thierkörper anzunehmen, oder vielmehr der gleichförmigen thierischen Eistoffmasse selbst noch zum Theil die Bedeutung des Nervenmarks zuzuschreiben, als welches besonders durch die feine Empfindlichkeit (Sensibilität) dieser Thiere bewiesen ist. So sah schon Trembley, daß die Süßwasserpolypen sich nach dem Lichte ziehen, dahingegen Cavolini an gewissen Corallenpolypen die Scheu vor dem Lichte durch stetiges Ansiedeln unter beschattenden Felsen wahrnahm. Auch darf man nur einmal einen unserer gemeinen Süßwasserpolypen unter der Lupe oder dem Mikroscope beobachten, um die große Empfindlichkeit dieser Thiere gegen die leiseste Erschütterung oder Berührung wahrzunehmen. — Unter allen Eithieren sind nur die Asterien oder Seesterne diejenigen, welche eine deutliche, obwohl einfachste Nervenbildung zeigen, und dadurch, wie auch andere, mehr den Uebergang zu den Würmern machen, da sich hier nach Tiedemann um die Magenhöhle fünf einander ganz gleiche Nervenpunkte (Ganglien) vorfinden, welche durch eine kreisförmige Commissur (Nervenring) verbunden sind und Nervenfäden gegen die fünf Strahlen des Körpers abgeben. — Die niedrigste Form also ist gerade eine ganz geometrische. Ein Schema davon gibt Figur **1** aa, Tafel I.

2. In den Bauchthieren (Weichthiere, Mollusca).

In dieser ganzen Classe bleibt das Nervensystem noch von sehr weicher, gleichsam noch nicht völlig ausgebildeter Substanz. Die Nervenschlinge

um die Verdauungshöhle, welche bei den Strahlthieren aus mehreren Knoten entstand, bleibt in den Weichthieren durchaus, aber gewöhnlich aus wenigern in den Meisten nur aus zwei Ganglien gebildet, und um die Speiseröhren gelegt. Der Thierleib selbst entwickelt sich in dieser Classe mehr, die Licht= und Erdseite unterscheidet sich schon bei den im Wasser lebenden, noch deutlicher bei den Landbewohnern (sogen. nackte und Gehäuse=Schnecken), und sogleich wirkt dieß auf die Anordnung der Nervenmassen, denn immer liegt nun das höhere Ganglion (der Hirnknoten), von welchem die Sinnesnerven ausgehen, über der Speiseröhre, das niedere, von welchem die Eingeweidenerven ausgehen, in der Kehlgegend, vor oder unter der Speiseröhre. Beide Ganglien sind durch Commissuren vereinigt, und so entsteht das sogenannte Markhalsband, welches allen Weichthieren charakteristisch ist, wiewohl es in sehr verschiedenen Formen sich entwickelt; bei den Apoden (in deren vielen noch gar kein Nervensystem gefunden ist) als ganz einfache Schlinge ohne alle Ausstrahlungen, in den Muscheln als sehr weitläufig gelegte Schlinge ohne Ganglion über der Speiseröhre (da es keine höhern Sinnesorgane gibt) sondern nur mit seitlichen und untern Nervenknoten, in den Schnecken als engere Schlinge mit untern und obern Nervenknoten, von welchen jedoch der obere gewöhnlich noch der kleinere, in den Sepien endlich mit stärkerer und enger in Knorpel (wie ein Hirn im Schädel) eingeschlossener Schlinge, von deren obern stärker entwickelten Ganglien die Sinnesnerven (Hör= oder Sehnerven) ausgehen. — Ein

Schema dieser Nervensysteme und zwar insbesondere von dem der Schnecken gibt Figur 2. Tafel I., wo a) oberes Ganglion (Hirnknoten), b) unteres Ganglion, c) die Commissuren, d) die Augennerven darstellt.

3. In den Brustthieren (Gliederthiere, Articulata).

Hierher gehören zuerst die Eingeweidewürmer (Enthelminthen), deren viele wieder (wie die Blasen- und Bandwürmer) nervenlos sind, dahingegen andere (**Strongylus gigas, Distoma hepaticum, Amphistoma triquetrum**) deutliche, ihrer Anordnung nach noch an die Weichthiere erinnernde Nervenfäden zeigen. — Das eigenthümliche Nervensystem dieser Classe ist aber die durch die ganze Länge des Körpers sich erstreckende Ganglienkette, welche anzusehen ist als entstehend dadurch, daß in jedem Lebensabschnitte die Urform der Nervenschlinge, jedoch unvollkommen und nur an der Bauchseite geschlossen sich wiederholt, und diese Bauchganglien durch Längencommissuren verbunden werden. Man sehe das Schema einer solchen, Tafel I. Figur 3.

Auch diese, sonach immer an der Erdseite des Leibes liegende Ganglienkette ändert sich bei Würmern, Krabben und Kerfen auf höchst mannigfaltige Weise. Ihre Gestaltung ist allemal um so niedriger, je größer die Zahl der Ganglien und je kleiner der Hirnknoten (indem durch beides die innere Einheit herabgesetzt erscheint); um so mehr veredelt, je kleiner und gesetzmäßiger bestimmt die Zahl der Ganglien und je mehr entwickelt das

Markhalsband, und insbesondere sein Hirnknoten, ist. Letzteres findet sich besonders in den Kerfen, besonders Käfern und Schmetterlingen, ersteres ist insbesondere den Würmern eigen. Der Blutegel z. B. hat 24 Ganglien, die Raupe 12, und vermindert (wodurch die Bedeutung dieser Zahlenverhältnisse besonders deutlich wird) während ihrer Verwandlung zum Schmetterlinge diese Zahl bis auf 9. Die Nerven der Sinnesorgane, insbesondere die der Augen (denn von deutlichen Hör- und Riechnerven kennen wir bis jetzt nur bei den Krebsen Beispiele), bilden sich in den höhern Gliederthieren gleichfalls stärker aus und entspringen allemal vom Hirnknoten. — Die Substanz der Nerven wird namentlich in den Kerfen schon fester, gefaserter, weißer.

B. In den Hirnthieren überhaupt.

Der große Unterschied des Nervensystems der vier obern Thierclassen von dem der niedern Thiere besteht darin, daß längs des ganzen Körpers die Anlagerung der centralen Nervenmassen nur auf der Lichtseite (Rückenseite) geschieht, und hier die Entstehung der Gebilde bedingt, welche man Rückenmark und Gehirn nennt. — Beides ist eigentlich seinem Wesen nach eins und dasselbe, nämlich eine Reihe von Ganglien durch Längenfasern (Commissuren) verbunden, und so wie von Oken zuerst die lichtvolle Idee ausgesprochen wurde, daß der Schädel wie das Rückgrath aus Wirbeln bestehe, so zeigte Gall zuerst im Gehirn ein nur mehr entwickeltes Rückenmark. Anstatt daß also in den niedern Thieren alle Ner-

venschlingen um die Rumpfeingeweide oberwärts offen blieben, und nur im Markhalsbande sich schlossen, bleiben hier alle zu den einzelnen Ganglien gehörige Nervenringe ohne Ausnahme, in der Form von Nervenpaaren (zu welchen sich nun jene ringförmigen Commissuren verwandelt haben), gegen die Bauchseite offen, und umspinnen und durchziehen mit ihren Fäden und Geflechten die gesammten, der Willkühr und des Bewußtseyns fähigen Gebilde des Leibes. Einfachstes Schema einer solchen vereinten Rückenganglienkette wäre sonach Tafel I. Figur 4. —

Indem nun die eine Hälfte des Thierleibes (der Kopf) vorzugsweise dem animalen, die andere (der Rumpf) vorzugsweise dem vegetativen Leben bestimmt wird, entwickelt sich in der erstern das Nervenmark zu höhern Bildungen, die Ganglien dieser Gegend schwellen an, senden Nerven einer höhern Ordnung aus und gestalten sich so zum Hirn, indeß die Ganglien der Rumpfgegend schwinden, gleichsam in den Längenfasern untergehen und so zum Rückenmark werden. Die höchst merkwürdigen Gliederungs- und Zahlenverhältnisse dieser Gebilde ausführlich darzulegen, ist hier nicht der Ort *), und nur das Allgemeinste von der Theilung des Hirns darf nicht umgangen werden.

Angemessen aber den drei großen Sinnesorganen, Gehör, Gesicht, Geruch, durch welche dem Thiere sowohl als dem Menschen das Verein-Leben mit der Natur wesentlich eröffnet wird,

*) Der Wißbegierige kann sich hierüber in meinem größern Werke von den Ur-Theilen des Knochen- und Schaalengerüstes belehren.

theilt sich auch das Hirn wesentlich in drei Hauptmassen, welche in allen höhern Classen und eben so im Menschen, die ursprüngliche Drei-Theilung dieses Organes bestimmen, obwohl die Anatomen gewöhnlich, durch die oberflächliche Betrachtung des menschlichen Hirns misleitet, nur eine Zweitheilung in großes und kleines Hirn annehmen. — Wenn nun im Rückenmark bereits jedes Nervenpaar mit einer untern und obern Wurzel entspringt (Tafel I. Figur 5 a. b.), so wird sich bei dem mehrern Auseinanderlegen aller Glieder dieser Nervenmasse in der Gestalt des Hirns auch das, was im Rückenmark als einzelne Nervenwurzeln erscheint, zu einzelnen Nervenpaaren sondern, ja diesen Nervenpaaren werden einzelne Ganglien, untere und obere, entsprechen können. Die ursprüngliche Gliederung des Hirns und seiner Nerven ist sonach im kurzen auf folgende synoptische Weise vielleicht am deutlichsten darzustellen:

Hirnmassen:	obere Anschwellungen (Ganglien der Lichtseite.)	I. Hintere Hirnmasse, kleines Hirn. (Der Länge nach einfach, der Breite nach einfach oder unpaarig getheilt.)
	untere Anschwellungen (Ganglien der Erdseite.)	Ganglien des verlängerten Marks.
Hirnnerven: nach der Vertheilung ihrer gewöhnlich unter den Namen von 12 Paaren beschriebenen Faserbündeln.	obere Nerven-Wurzeln als besondere ungetheilt verlaufende Nerven: (Lichtnerven, Sinnesnerven.)	Hörnerv [8 Paar.]
	untere Nerven-Wurzeln als besondere Nerven: (Hülfsnerven.)	Lungennerv [theilt sich weiter in 9. 10. 11. 12. Paar.]

II.	III.
Mittlere Hirnmasse *), wahre Sehhügel oder Vierhügel. (Der Länge nach einfach oder zweifach, der Breite nach zweifach.)	Vordere Hirnmasse, Riechnervenganglien und bei höherer Entwickelung große Hemisphären, oder eigentliches großes Hirn. (Der Länge nach einfach, in zwei oder drei getheilt.)
Gangliensubstanz im Hirnknoten und den Faserungen gegen die vordern Hemisphären, den sogenannten Hirnschenkeln.	fehlt.
Sehnerv (wiederholt die Theilung in sich und zerfällt in eigentlichen Sehnerv [2. Paar], Hülfsnerv [4. Paar.])	Riechnerv [1. Paar.]
Kiefernerv [theilt sich weiter in 3. 5. 6. 7. Paar.]	fehlt, und wird nur einigermaßen angedeutet durch das Infundibulum oder die graue Masse, welche zu den sogen. Hirnanhang sich erstreckt.

*) Hierhin fällt die eigentliche Hirnmitte, da die vordere Hirnmasse in 3, die hintere in 1, die mittlere in 2 Ganglienpaare sich theilen kann, und zwischen diesen 1 + 2 und 3 entsteht deshalb bei höherer Hirnbildung immer noch eine eigene kleine Hirnmasse, die Zirbel, gleichsam ein Hirn im Hirn.

Als eine besonders merkwürdige Eigenthümlichkeit des Nervensystems der Hirnthiere ist endlich noch zu beachten, daß neben den bis jetzt beschriebenen Bildungen des Rückenmarks und Gehirns die Ganglienkette der niedern Thiere sich wiederholt, und so, indem auf der höhern Entwickelungsstufe erst das niedere zum höhern Nervengebilde sich steigert, und dann neben dem höhern das niedere sich noch einmal darbildet, ein vollständiger Cyclus beschlossen wird. Als eine solche Wiederholung aber ist die doppelte Kette von Ganglien zu betrachten, welche unterhalb des Rückenmarks bis zu den großen Hülfsnerven des Hirns verläuft, die niedern vegetativen nicht zum Bewußtseyn kommenden Gebilde der Rumpfeingeweide mit ihren Zweigen und Fäden umspinnt und umschlingt, unter dem Namen des sympathischen Nerven gemeinhin beschrieben wird, und seinen untern Schlußpunkt in einem auf den Schwanzbein liegenden Knoten findet, während der ganglienförmige Hirnanhang seinen obern Schlußpunkt darstellt.

4. Nervensystem der Fische.

Mit außerordentlicher Regelmäßigkeit läßt sich die stufenweise Entwickelung des Nervensystems durch die einzelnen Classen des Thierreichs nachweisen. Beleg dazu gibt es, daß in den Fischen, welche als Kopfgeschlechtsthiere die Eithiere wiederholen, die Bildung des Nervensystems in alle Weise unter den Hirnthieren auf der niedrigsten Stufe steht. Die unvollkommensten Fische sind die Lampreten (**Petromyzon**), in ihnen ist das

Hirn von besonderer Kleinheit, verhält sich zur Körpermasse ungefähr = 1 : 7500, die hintere Hirnmasse (kleines Hirn) bleibt fast unentwickelt, die vordere stellt ein kleines Ganglienpaar dar, die mittlere (Sehhügel, Corpora quadrigemina) zeigt sich noch am deutlichsten ausgebildet. Das das Gehirn an Größe wohl 30 mal übertreffende Rückenmark ist, wie ich zuerst beschrieben habe, ein langes breites Markblatt (fast einem schmalen Bändchen zu vergleichen) und dieses Vorherrschen der Längencommissuren bei fast fehlender Ganglienubstanz ist übereinstimmend mit der außerordentlichen Zartheit der Rückenmarknerven (Desmoulins behauptete fälschlich, sie fehlten ganz). — Von der Ganglienkette (sympathischen Nerven) war bisher nichts bei ihnen nachzuweisen und wahrscheinlich fehlt sie noch durchaus.

Höher stehen die von Linné sogenannten Gräthenfische. Ihr Hirn jedoch ist ebenfalls klein, $\frac{1}{720}$ (in der Aalquappe) bis $\frac{1}{1305}$ (im Hecht) der Körpermasse, und je älter und größer das Thier wird, desto ungünstiger wird dieß Verhältniß, daher wurde es in einem großen Thunfisch gar nur $\frac{1}{37440}$ der Körpermasse gefunden. Daß sonach das Hirn zeitiger aufhört zu wachsen als der übrige Leib, ist merkwürdig und muß zuletzt durch zu großes Mißverhältniß eine wesentliche Todesursache werden. Der Bau des Gehirns variirt in diesen Thieren außerordentlich, am wenigsten noch verhältnißmäßig der der Sehhügel. Die vordere Hirnmasse hingegen besteht bald aus einem, bald aus 2, bald aus 3 Ganglienpaaren, und so die hintere bald aus einem, bald aus 3, bald aus 5 oder 6 Ganglien. Die stärksten Ner-

ven sind nächst den großen Hülfsnerven (Kiefer- und Kiemennerv) die Sehnerven; die Hörnerven bleiben noch am wenigsten entwickelt. — Ueberhaupt entwickelt sich der Sinn des Gehörs immer erst in höhern Formen, aber dann auch stätiger. —

Das cylindrische Rückenmark dieser Fische ist meist um ein beträchtliches größer, als das Hirn und entwickelt auf der Oberfläche zunächst am Hirn oft noch deutliche Ganglienbildung, so bei den fliegenden Fischen da, wo die Nerven der großen den Flug vermittelnden Brustflossen austreten. Merkwürdig ist die von Arsaky zuerst gezeichnete Rückenmarksbildung des Klumpfisches (**Tetrodon mola**), weil kein anderes Thier so geeignet ist, die ursprüngliche Gleichheit von Hirn und Rückenmark als zweier Hälften eines Ganzen anschaulich zu machen, als dieses, in welchem beide Gebilde wirklich ziemlich gleich groß sind, und beide, jedoch natürlich das Hirn deutlicher, Ganglienbildung auf der Rückenseite zeigen.

Der sympathische Nerv tritt hier zuerst vollkommen deutlich als doppelte Ganglienkette unter Rückgrath und Schädel auf, und mit ziemlicher Regelmäßigkeit bilden sich seine Knoten immer an den Austrittsstellen der Rückenmarknerven. Durchaus erscheint er schon hier mehr für die Organe des Bildungslebens bestimmt, und unterscheidet sich durch seine Geflechte bestimmt von den einfacher vertheilten und überhaupt sparsamer in der noch weniger sensibeln Thiersubstanz verbreiteten Rückenmarknerven.

Am ausgezeichnetsten entwickelt sich das Hirn in den höhern Knorpelfischen (Rochen und Hay-

fischen), hier wird nicht nur die hintere Hirnmasse zuweilen schon stark quergefaltet (so bei **Squalus carcharias**), sondern immer sind die vordern Hemisphären, zum Wenigsten bei den Hayen durch entwickelte innere Höhlungen über den Begriff bloßer Ganglien gesteigert, bilden sich durch solches Uebergewicht zu eigentlichen Mittelpunkten des Nervensystems, und ihnen entsprechen die äußerst starken gleichfalls hohlen Riechnerven. Die Ausbildung der Sehhügel dagegen ist in diesen Gattungen niedriger, als bei den Gräthenfischen.

Die Betrachtung des eigentlich sensibeln Systems bei den Fischen kann indeß nicht beschlossen werden, ohne noch der Nerven zu gedenken, welche zu den höchstmerkwürdigen sogenannten elektrischen Organen der Zitterochen (**Torpedo**), Zitteraale (**Gymnotus electricus**) und Zitterwelse (**Silurus electricus**) verlaufen; Organe, welche man sich als Condensatoren der Nervenkraft zu denken hat, indem sie sich in ihnen dergestalt anhäufen kann, daß momentane Explosionen derselben möglich werden, Explosionen, welche von andern lebenden Geschöpfen unter einer der elektrischen Entladung äußerst ähnlichen Form wahrgenommen werden. Diese Organe sind bald weitverbreitete Schichten, bald mehr zusammengedrängte Anhäufungen einer gallertartigen, oder vielmehr eiweißstoffigen, von sehnigten Hüllen umgebenen Substanz, welche man gleichsam als unentwickeltes, noch im eiweißstoffigen Zustande befindliches, und statt zur räumlichen Bewegung zu einer **Actio in distans** bestimmtes Muskelfleisch anzusehen hat. Im Zitterrochen liegen diese Organe auf den sehr großen Brustflossen, und erhalten

sehr starke Nervenzweige vom Kiefer und Kiemennerven (s. meine Erläuterungstafeln zur vergleichenden Anat., Heft I., Tafel II.), im Zitterwels liegen sie mehr ausgebreitet am Rumpfe und im Zitteraal concentriren sie sich mehr an der Schwanzwirbelsäule, in beiden ihre Nerven mehr vom Rückenmarke und Kiemennervenpaare empfangend.

M. s. über die elektrischen Organe der Fische die interessante Abhandlung von Steffens im 1sten Bande, S. 125, der Philomathie, herausgeg. von Wachler, Frankf. a. M., 1818.

5. Nervensystem der Lurche.

Durch die bedeutende Kleinheit des Gehirns sowohl im Verhältniß zum ganzen Körper, als im Verhältniß zum Rückenmarke, durch die geringe Entwickelung der vordern Hirnmasse, die immer noch bloße Riechnervenganglien darstellen (obwohl sie bei den höhern Lurchen, z. B. Krokodilen, schon bedeutenden Umfang gewinnen), durch die unvollkommene Ausbildung der hintern Hirnmasse, welche bei Schlangen und Fröschen ein bloßes querliegendes Markbändchen bleibt, und nur bei den Krokodilen durch Stärke und Querfaltungen die höhere Bildung anzeigt, gleichen die Hauptgebilde des Nervensystems in hohem Grade denen der Fische. Beim Erdsalamander z. B. wiegt das Hirn etwa $\frac{1}{380}$ vom Körpergewicht und nur etwa $\frac{1}{2}$ des Rückenmarks. — Die allerunvollkommenste Hirnentwickelung kommt den Larvenmolchen, wie Proteus, zu, an welchen selbst nicht deutliche Sehnerven zu unterschei-

den sind. — Auch ist in den meisten Lurchen der Einfluß des Hirns auf den übrigen Körper so gering, daß man, z. B. bei Kröten und Schildkröten, das Thier noch geraume Zeit nach zerstörtem oder hinweggenommenem Hirn fortleben sah.

Was den sympathischen Nerven betrifft, so ist dieser in den Schlangen noch nicht deutlich nachzuweisen gewesen, in den übrigen Lurchen hingegen mit großer Vollkommenheit, starken Ganglien und vielen Geflechten entwickelt, so insbesondere bei den Schildkröten.

6. Nervensystem der Vögel.

Diese Classe ist die erste, in welcher das Gehirn sowohl im Verhältniß zum Körper, als im Verhältniß zum Rückenmarke eine bedeutende Entwickelung zeigt. Es ist hier durchgängig an Masse um das zwei- bis vierfache größer, als das Rückenmark, und beträgt von der Masse des Körpers $\frac{1}{160}$ bis $\frac{1}{30}$, ja bei sehr kleinen oder jungen Vögeln noch mehr. Am Hirn zeichnet sich die große Masse der jedoch immer noch fast ganz getrennten Hemisphären (Tafel I., Fig. 6 a.) aus, und diese starke Anhäufung reiner Nervenmasse steht mit der höhern Lebendigkeit und Perfectibilität dieser Thiere in genauem Verhältniß.

Nächstdem erscheint das kleine Hirn (c) von ausgezeichneter Entwickelung, indem es durchgängig quergefaltet ist und auf dem Durchschnitte ein Verästelung-weißer Marksubstanz in grauer Rindensubstanz, welche gemeinhin der Lebensbaum genannt wird, zu erkennen gibt. Die Sehhü-

gel (b) werden durch die starke Entwickelung der Hemisphären und des kleinern Hirns seit- und abwärts gedrängt, und von ihnen gehen die sehr starken auch hier sich kreuzenden Sehnerven aus. Ueberhaupt sind die 12 Nervenpaare des Hirns durch die ganze Classe hindurch deutlich entwickelt.

Am Rückenmarke macht sich eine Stelle von merkwürdiger, dem Gehirn antagonistisch entgegenstehender Entwickelung vorzüglich bemerklich, welche sonst in keiner Thierclasse vorkommt. Es ist der sogenannte Sinus rhomboidalis, eine rautenförmige Auseinanderweichung der obern Längenstränge des in den Kreuzwirbeln liegenden Rückenmarks, innerhalb welcher eine in die allgemeine Gefäßhaut des Rückenmarks eingeschlossene blasenförmige Anschwellung eiweißstoffiger Nervenflüssigkeit hervortritt. Es ist gleichsam, als hätte sich hier ein zweites Hirn entwickeln wollen, und diese eigene Gestaltung am Rückenmark steht mit der hohen Ausbildung der Bewegungsglieder eben so wie die Ganglienbildung am Rückenmarke der fliegenden Fische in Beziehung.

Von den übrigen Nerven, deren Verbreitung nach ähnlichen Gesetzen, wie in der vorigen Classe, erfolgt, mag hier nur noch das in dieser Classe besonders deutliche gebänderte Ansehen, namentlich der Gliedmaßennerven hervorgehoben werden, ein Ansehen, welches durch wellenförmige Biegungen der Markfiberbündel innerhalb der Nervenscheide bedingt ist, und deshalb beim Ausdehnen der Nerven verschwindet. — Der sympathische Nerv ist nicht minder vollkommen, als in den höhern Lurchen, z. B. Schildkröten, entwickelt und geht am

Halse zugleich mit der Wirbelschlagader durch die Löcher der Querfortsätze der Halswirbel.

7. Nervensystem der Säugethiere.

In wiefern gesagt ist, daß dieser Classe der Name der Hirnthiere schlechthin zukomme, muß eine besondere Vollkommenheit des Hirnbaues hier nachgewiesen werden, und in Wahrheit besteht eine solche, insbesondere durch die jetzt zuerst auftretende, höhere Vereinung der großen Hemisphären mittelst jener großen obern Commissur, welche die ältern, gern rohe Namen gebenden, Anatomen den Hirnbalken nannten. Zugleich finden wir eine merkwürdige innere Dreigliederung dieser Hemisphären vollkommener entwickelt, welche indeß bereits in den vorigen Classen auftrat; man bezeichnet diese drei Glieder als: unteres Hirnganglion (fälschlich Sehhügel genannt), mittleres Hirnganglion (gemeinhin gestreifter Körper) und oberes Hirnganglion (Rindensubstanz der Hemisphären). Oberfläche der Hemisphären bleibt in niedern Gattungen (Mäusen, Fledermäusen, Schnabelthieren u. s. w.) noch glatt, wie in den vorigen Classen, in höhern Gattungen bilden sich durch Einwärtsfaltungen die sogenannten Windungen des großen Hirns (Taf. I. Fig. 8. a.).

Die eigentlichen Sehhügel werden hier weit kleiner und verlieren ihre Höhlen, zugleich theilen sie sich nun durchaus in ein vorderes und hinteres Hügelpaar und heißen Vierhügel. — Die hintere Hirnmasse zeigt ihre höhere Entwickelung durch Dreitheilung in der Quere, engere Faltung und eine starke untere Commissur, welche die Län=

genfasern zum Rückenmarke umschlingt und gemeinhin Hirnknoten genannt wird.

So tritt also bedeutungsvoll auch im Hirnbau die Wiedervereinigung (Synthesis) nach vorhergegangener Trennung (Antithesis) als Merkmal höherer Vollkommenheit auf, und mehr durch solchen veredelten Bildungstypus als durch bedeutende Größenzunahme steht das Hirn dieser Classe über dem der vorigen Classen. Ist doch selbst das menschliche Hirn nur etwa, fast wie bei den kleinern Vögeln, $\frac{1}{25}$ der allgemeinen Leibesmasse.

Eigenthümlich ist übrigens dem Hirn der Säugethiere noch rücksichtlich seiner Nerven 1) daß in gewissen Gattungen gewisse sonst wesentliche Hirnnerven verkümmern oder schwinden. — So in den Delphinen die Riechnerven, in den Maulwürfen die Sehnerven. 2) Die ausnehmende Stärke der Riechnerven, welche als hohle zitzenförmige Kolben am Ende der Hemisphären erscheinen, bei fast allen Gattungen, die dergleigleichen besitzen, mit Ausnahme der Affen. 3) Die immer noch größere Stärke der von der Erdseite des Hirns ausgehenden Nerven, welche erst im Menschen selbst hier so wie am Rückenmark die Feinheit annehmen, welche, verbunden mit der größern Masse und Ausbildung des Hirns die aufs Höchste gesteigerte Centricität des Hirnbaues bewährt.

Dieselbe Bedeutung hat dann auch das Kleinerwerden des Rückenmarkes, so in dieser Classe gegen die frühern allgemein wird und um so mehr sich auszeichnet, je mehr die Gattungen menschlicher Bildung sich annähern, in welcher letztern Hirn zum Rückenmarke ungefähr sich verhält wie

43 : 1. Welch ein Abstand gegen die Fische, wo zuweilen das Verhältniß beinahe das Umgekehrte war! —

Nervenverbreitung und sympatischer Nerv verhalten sich im Wesentlichen ungefähr gleich denen der Vögel. Wenigstens sind die freilich tausendfältigen Eigenthümlichkeiten einzelner Gattungen und Arten nicht so auffallend, daß sie hier, wo nur die allgemeinsten Umrisse gezogen werden können, insbesondere verfolgt werden dürften.

Anmerkung. Mehr über die Entwickelung des Nervensystems s. in meinem: Versuche über das Nervensystem und insbesondere das Gehirn, Leipzig, 1814.; Desmoulins anatomie des systèmes nerveux des animaux a vertèbres, Paris, 1825.; Tiedemann icones cerebri et quorundam mammalium rariorum, Heidelberg, 1821., und in den Lehrbüchern der vergleichenden Anatomie.

Haben wir sonach im Vorhergehenden die Frage über allmählige Ausbildung des Nervensystems erörtert, so werden wir zunächst unser Augenmerk auf die Mittelglieder richten müssen, welche das Nervensystem mit der Außenwelt verbinden, dieß sind die Sinnesorgane als receptive, die Bewegungsorgane als reagirende Gebilde. Es fragt sich demnach zunächst:

II. Auf welche Weise entwickeln sich die Sinneswerkzeuge in der Thierreihe?

Der Sinneswerkzeuge aber sind mehrere Arten, welche den einzelnen Seiten der Außenwelt entsprechen müssen. Diese Seiten sind Raumerfüllung und räumliche Bewegung der Masse (mechanisches Verhältniß), Mischung und Mischungsänderung der Masse (chemisches Verhältniß), elektrische Licht- und Wärme-Spannung zwischen mehrern Massen (dynamisches Verhältniß). Der erstern Seite wird entsprochen durch Sinn für Raumerfüllung, Berührung (Getast), und innere Massenbewegung, Erzitterung (Gehör); der zweiten Seite wird entsprochen durch Sinn für Mischung der Masse (Geschmack) und Ausstrahlung und Zersetzung der Mischung in dem das Thier umgebenden Medium (Geruch); der dritten Seite endlich wird entsprochen durch den Sinn für Wärmespannung der Massen (Wärmegefühl) *) und für Lichtspannung derselben (Lichtsinn, Gesicht). Von diesen sechs Sinnesarten sind Getast, Geschmack und Wärmegefühl die niedern und sie knüpfen sich an Organe, welche noch näher dem Bildungsleben angehören, an Haut und Darm. Gehör, Geruch und Ge-

*) Mit Unrecht hat man das Wärmegefühl gemeinhin mit dem Gefühl für Raumerfüllung gänzlich vermengt. Offenbar ist es eine ganz andere qualitativ verschiedene Sinnesempfindung wenn ich die Hand einer glühenden Kohle nähere, und wenn ich an einen festen Körper stoße! — Daß beide Sinnesformen sich oft in einem Organe verbinden, macht sie nicht zu einer Sinnesform.

sicht hingegen sind die höhern Sinnesarten, welche nur durch besondere Gebilde geübt werden können, und diese Gebilde sind es also, welche in ihrer allmähligen Entfaltung hier allein zur Betrachtung kommen: —

Bevor wir indeß diese mannigfaltigen Gebilde für Sinneswahrnehmung im Einzelnen verfolgen, ist über die Entwickelung dieser Formen im Allgemeinen zu bemerken, daß auch hier mit besonderer Deutlichkeit die Hervorbildung eines Differenten aus einem Indifferenten wahrnehmbar sey. Die noch weniger vom Bildungsleben frei gewordenen Sinne, wie Berührungs- und Wärme- und Mischungsgefühl, sind deshalb die frühern und allgemeinsten, und es ist nachzuweisen, wie die höhern Sinnesorgane ganz aus diesen niedrigern allmählig hervortreten, wie Auge, Geruchorgan und Gehörorgan anfangs nur einzelne von bedeutendern Nervenfasern belebte Hautpapillen sind, welche nach und nach entweder mehr hervortreten und von umgebender Haut sich lösen, oder mehr und mehr sich ins Innere zurückziehen und in die innersten Knochengebilde sich versenken. Gerade das Wahrnehmen dieser allmähligen Hervorbildung, und zwar wieder eines Bestimmten aus einem Unbestimmten, ist so höchst bemerkenswerth und wird noch interessanter dadurch, daß in der Thätigkeit vollkommenster Sinnesorgane, wie wir sie im Menschen finden, eine ähnliche allmählige Entwickelung möglichst fein bestimmter Wahrnehmung, aus anfänglich möglichst unbestimmter und dunkler Wahrnehmung abermals statt findet, denn welch ungemeiner Unterschied z. B. zwischen dem Sehen eines neugebor-

nen Kindes und dem Sehen eines kunstgeübten Malers! —

1. Erstes Auftreten und allmähliges Vervollkommnen des Auges in der Thierreihe.

Vollkommen augenlos sind nur die Thiere, welche zugleich nervenlos sind, folglich die wahren Eithiere, und selbst, wo die ersten und niedrigsten Gestaltungen des Nervensystems hervortreten, ist noch kein Auge entwickelt, so bei den niedersten Weich- und Gliederthieren, Seescheiden, Eingeweidewürmern u. s. w., obwohl der gesammten Körperoberfläche gewöhnlich Lichtempfindung oder wenigstens Empfindung für die aus Lichtspannung hervorgehende Wärme zukommt. — Unter den Weichthieren zeigen zuerst mit Bestimmtheit Augen die Gasteropoden oder Schnecken, unter den Gliederthieren mehrere Anneliden wie der Blutegel, die Nais u. s. w. Selbst in der einfachsten Gestalt, wie das Auge hier vorkommt, besteht es indeß immer aus einer Mehrheit von Gebilden, zum wenigsten aus einer Dreiheit, 1) aus dem aufgelockerten Nervenende, 2) aus durchsichtigen, Licht zum Nerven leitenden Gebilden, 3) aus kohlenstoffigen Ablagerungen, gleichsam verkohlter Thiersubstanz um die erstern Gebilde. Das erstere begründet den Sehnerven und die Nerven- oder Netzhaut (Retina), das zweite den Glaskörper, die Linse und die Binde- und Hornhaut (Conjunctiva, Cornea), das Dritte die Aderhaut (Choroidea) und das sogenannte schwarze Pigment.

Eine solche Dreiheit ergibt sich also bei genauer Untersuchung, freilich in unendlicher Zartheit, bereits in den kleinen schwarzen Punkten, welche bei Schnecken die hier stets nur in der Zweizahl vorhandenen Augen darstellen; Punkte, welche bald an der Spitze, bald in der Mitte, bald an der Basis der Fühlhörner sitzen. Dasselbe gilt wahrscheinlich auch von allen einfachen Augen (Stemmata, oder ocelli) der Anneliden, Polymerien und Insekten, welche übrigens in verschiedener Zahl, 2 bis 3, 6, 8, 10, vorkommen. S. Taf. I. Fig. 9. Stellung der Augen des Blutegels.

Soll nun aber die Structur eines so einfachen Auges vervollkommt werden, so wird zu jener ersten Dreizahl von Gebilden eine neue Mehrheit und zuhöchst abermals eine Dreiheit hinzutreten. Diese besteht 1) in vollkommnerer Absonderung von benachbarten Gebilden und Deckung gegen die Außenwelt, 2) in besondern Bewegungsapparaten, 3) in eigenthümlichen Absonderungen. Durch das erste werden die harte Augenhaut (Sclerotica) und die Augenlieder, durch das zweite die Augenmuskeln, durch das dritte die Thränenapparate begründet. — Von diesen Vervollkommnungen des Sehorganes finden sich nun unter den Rumpfthieren die Wenigsten vor, die meisten entwickeln sich erst in den eigentlichen Hirnthieren. Dem Auge dieser letztern sehr nahe stehen jedoch die Augen der Tintenwürmer (Sepiae), welche immer in sehr bedeutender Größe, und nur in der Zweizahl vorhanden sind. Hier finden sich die Häute vollkommner, die Blendung (Iris) tritt deutlich hervor, das Pigment nimmt gewöhnlich eine Purpurfarbe an und der Sehnerv bildet, ehe

er sich zur Retina ausbreitet, ein starkes Ganglion — Früher schon sind die Bewegwerkzeuge des Auges durch den muskulösen Cylinder, in welchem sich der kleine Augapfel mancher Schnecken (Helix z. B.) hervor- und zurückrollt, wenn auch sehr einfach, doch sehr vollkommen dargebildet. Eigene Absonderungen treten jedoch noch nirgends hervor.

Auf eine andere Weise vervollkommnet wird das Auge bei den Krebsen und Kerfen da, wo man es mit dem Namen des zusammengesetzten Auges belegt, in welcher Form es an beiden Seiten des Kopfs in allen vollkommnen Insekten vorkommt. Die Masse dieser Sinnesorgane ist hier so bedeutend, daß sie mitunter $\frac{1}{10}$, ja bei einigen Netzflüglern $\frac{1}{4}$ der ganzen Körpermasse ausmachen. Solche zusammengesetzte Augen bilden dann große Halbkugeln, äußerlich von einer facettirten Hornhaut umgeben, welche in zwei bis drei und mehrere Tausende kleiner, vier oder sechsseitiger Facetten getheilt ist (Taf. I. Fig. 10). Unter dieser Hornhaut liegt eine starke Schicht schwarzes Pigment, in welchen sich dann die excentrischen Fasern des Sehnerven vom Ganglion desselben aus dergestalt zertheilen, daß je ein Fäserchen hinter einer Facette der Hornhaut sich endigt, und also wirklich ein Conglomerat solcher einfacher Augen dargestellt wird, wie wir dergleichen bei vielen Kerfen noch einzeln zwischen jenen zusammengesetzten (Fig. 10 b.) antreffen. Sehr merkwürdig ist, daß an der Oberfläche solcher zusammengesetzter Augen häufig der Schein einer mittlern dunkeln Oeffnung, einer Pupille schimmert, welche doch hier nicht da seyn kann und wirklich nicht da ist.

Eine vollkommne Entwickelung des Auges ist jedoch erst zu denken und wirklich vorhanden, wo das Nervensystem einen höhern Grad von Ausbildung erreicht, also in den Hirnthieren: —

1. Das Auge der Fische. Ihm fehlen noch gleich dem der Sepien die äußern Decken (Augenlider) und Thränenwerkzeuge, ja selbst die Bewegung, obwohl die vier geraden und zwei schiefen Augenmuskeln, welche von hier an allen höhern Thierclassen eigen bleiben, vorhanden sind, ist äußerst schwach, und das Auge starrt noch regungs- und gefühllos in stark divergirenden Seharen zu beiden Seiten des Kopfs in das umspühlende Gewässer. Sonstige Eigenthümlichkeiten des Fischauges sind: a) die hinterwärts halbkugelige vorn abgeplattete Gestalt des Augapfels (Figur 11. Tafel I.); b) der noch gleichsam rohere Bau der Sclerotica, welche oft sogar verknorpelt (z. B. im Stör); c) die kugelige verhältnißmäßig große Krystallinse; d) der Mangel einer wässerigen Feuchtigkeit zwischen Iris und Hornhaut, vor welcher letzteren eine Bindehaut liegt, welche von der Oberhaut des übrigen Körpers oft so wenig sich unterscheidet, daß man sie (wie beim Aal) leicht mit der letztern abziehen kann; e) die metallisch glänzende wenig bewegliche Iris und die eben so glänzende äußere Aderhaut, unter welcher gewöhnlich ein zweites Aderhautblatt liegt; f) der Mangel eines Kranzes besonderer gegen die Krystallinse gerichteter Fortsätze der Aderhaut (Processus ciliares). — Bei den Schollen (Pleuronectes) liegen beide Augen auf einer Seite. — Einziges Beispiel dieser Art in den höhern Classen.

2. Das Auge der Lurche. Es erscheint in der niedersten Form dieser Classe, in dem Olm oder Proteus, so verkümmert, daß man diese Thiere längere Zeit für augenlos hielt und jetzt noch, ob sie eigentliche Sehnerven haben, nicht ganz entschieden ist. In den übrigen Gattungen gelangt das Auge dagegen offenbar in mehrfacher Hinsicht zu einer höhern Ausbildung, als in der vorigen Classe. Abplattung des Augapfels nach vorn, fast immer kugelrunde ziemlich große Krystallinse, Neigung zu Verhärtung der Sclerotica (besonders zur Darbildung eines Ringes von Knochenschuppen um den vordern Rand derselben), geringe Beweglichkeit des Augapfels und der Iris, und oftmals (namentlich in den Schlangen) Fortsetzungen der äußern hier wenig sich ändernden Haut über das Auge als Bindehaut (welche dann beim Häuten zugleich mit der übrigen Haut abgeworfen wird), dieß Alles kommt bei Lurchen wie bei Fischen vor. Ausgezeichnet hingegen ist das Auge dieser Classe 1) durch die Entwickelung von Augenlidern, deren schon bei Fröschen und Molchen bis zu den Schildkröten (nur bei den Schlangen nicht) zwei, ein unteres und oberes, auftreten, die bei dem Kamäleon zu einem kreisförmigen sich zusammenziehen und zu denen beim Krokodil außer jenen beiden noch ein drittes vom innern Augenwinkel sich wagerecht vorwärts ziehendes hinzukommt. 2) Durch die sich entwickelnden Thränenapparate, welche nach J. Cloquet sogar den Schlangen zukommen und in mehrern Eidechsen (namentlich Krokodilen) sehr stark ausgebildet sind. 3) Durch das Auftreten von einer Mehrzahl centralgerich-

teter Fortsätze der Aderhaut (Processus ciliares) gegen die Krystallinse hin.

3. Das Auge der Vögel. In dieser Classe erhält das Auge zuerst eine gewisse geistige Lebendigkeit und größere Beweglichkeit, tritt auch zugleich in einer Größe hervor, welche unter den Hirnthieren eben so einzig in seiner Art ist, als die Größe des Insektenauges unter den Augen der Rumpfthiere. Ein Auge einer Eule z. B. hat fast die Größe der gesammten Hirnmasse dieses Thieres, und so auch in vielen andern Gattungen. Eigenthümlichkeiten im Bau des Auges der Vögel sind: 1) Der durchgängig vorkommende Kranz von Knochenblättern in dem vordern Rande der äußern harten Augenhaut, ein Rand, welcher dann oft zu einem einwärts ausgeschweiften aufgesetzten Kegelabschnitt sich erhebt (Tafel I. Figur 12 a.). 2) Unter der harten Augenhaut eine schwarzgefärbte Aderhaut, nach vorn allemal theils in die gegen den Umfang der Krystallinse gerichteten Ciliarfortsätze, theils in die hier immer leicht bewegliche, im Papagei sogar offenbar willkührlich bewegte Regenbogenhaut fortgesetzt. 3) Unter der Aderhaut eine Nerven- oder Netzhaut, aus deren Mitte, da wo der Sehnerv eintritt, ein fächerförmig zusammengefaltetes Blatt einer von den innern Gefäßen des Sehnerven entspringenden Aderhaut hervortritt, so der Kamm (Pecten) genannt wird (b. Figur 12.). 4) Rücksichtlich der durchsichtigen Theile mehr wässerige Flüssigkeit (welche im Fisch noch ganz mangelte) vor der Krystallinse, eine verhältnißmäßig kleinere und mehr abgeplattete Krystallinse und eben deshalb einen verhältnißmäßig etwas größern Glaskörper

hinter der Krystallinse. 5. In Bezug auf die äußern Augentheile finden wir zur Bewegung wieder die vier geraden und zwei schiefen Augapfel-Muskeln, zur Bedeckung außer dem obern und untern Augenliede durchgängig ein drittes, vom innern Winkel wagerecht nach Außen bewegtes, sehr durchscheinendes Augenlid (die sogenannte Nickhaut oder Blinzhaut), zur Absonderung durchgängig Thränen- und Schleimdrüsen.

Die Gesichtsschärfe dieser Classe bethätigt sich auf die mannigfaltigste Weise, sobald man das Leben dieser Thiere, namentlich der Raubvögel, beobachtet und nicht ohne Grund ist das Adlerauge zum Sprichwort geworden. Auch erscheint hier zuerst die innere Phosphorescenz des Auges auf entschiedene Weise, und tritt nicht nur durch leuchtenden Glanz, sondern zugleich durch Vermögen des Auges, im Dunkeln zu sehen, bei den Nachtraubvögeln hervor. — Besondere Bemerkung verdient es endlich, daß in dieser Classe keine Art vorkommt, wo irgend eins der wesentlichen drei Sinnesorgane, am wenigsten aber das Auge, verkümmerte.

4. Das Auge der Säugethiere. Zuerst verdienen die allgemeinen Verhältnisse desselben unsere Aufmerksamkeit. — Ohne daß zu den wesentlichen Theilen des Auges der vorigen Classe gerade neue hinzutreten, erscheint doch eine weit größere Mannigfaltigkeit von Bildungen in der Totalität des Organes. Welcher Abstand von dem ganz verkümmerten Auge des Maulwurfs, dessen kaum sichtbarer Augapfel bei den Maulwürfen der Levante und der Appenninen wirklich durch äußere behaarte Bedeckungen ganz verhüllt

wird, bis zu der Ausbildung eines Löwenauges, oder des wieder verschiedenartig gebildeten Auges eines Hufthieres, oder des Auges eines der Menschenform schon sich nähernden Affen! — Gänzliches Erblindetseyn und größte Kurzsichtigkeit (wie bei vielen kleinen Nagethieren, woher myopisch von μῦς, Maus) und hinwiederum schärfstes Fernsehen bei Tage, so wie kaum minder scharfes Gesicht bei Nacht, kommt hier in einer Classe vor. Auch die Stellung der Augen bietet große Abweichungen dar, da sie in so vielen Thieren (am meisten in den fischartigen Gattungen, Wallfischen, Delphinen) weit auseinander gedrängt und an beide Seiten vertheilt sind, wenn sie hingegen in den Maki's und Affen sich sogar mehr als im Menschen zusammendrängen. — Nur einige der merkwürdigsten Besonderheiten des Auges der Säugethiere können hier aufgeführt werden. **1**) Die Form des Augapfels nähert sich in dieser Classe mehr, als in der vorigen, der reinen Kugelgestalt, obwohl es diese hier so wenig als im Menschen vollkommen erreicht, und aus höhern Gründen nicht erreichen kann. 2) Die harte äußere Augenhaut wird hier nirgends mehr knöchern, obwohl die enorme, bis gegen **1** Zoll ansteigende Dicke derselben in dem sonst verhältnißmäßig zum Thierleibe äußerst kleinen Wallfischauge an die dicke knorpelige **Sclerotica** des Auges gewisser Fische erinnert. 3) Die Aderhaut ist nicht in allen Thieren dieser Classe ganz mit schwarzem Pigment bedeckt, sondern zeigt, namentlich bei den Einhufern und Zweihufern, ziemlich große nackte Stellen, welche ursprünglich farblos sind, bei Einwirkung des Lichts aber

(welches besonders bemerkenswerth) bald die schönsten, besonders ins Grüne ziehenden Farben annehmen, so daß diese gefärbte Stelle dann mit dem Namen der Tapete belegt wird. (Zuweilen bleibt bei Säugethieren und Vögeln zeitlebens die Aderhaut ganz ohne Pigment und es besteht dann eine Krankheit, welche Leukosis genannt wird, so wie die damit behafteten Individuen, Kakerlaken, welche durch rothe Augen und helle Behaarung oder Befiederung ausgezeichnet sind.) Fortsetzungen der Aderhaut sind die auch hier allgemein vorkommenden Ciliarfortsätze und Iris. Die Pupille der letztern ist bei den Einhufern und Zweihufern quergespalten, bei den Katzen senkrecht gespalten, sonst meistens rund. 4) Die Nervenhaut ist verhältnißmäßig zum Augapfel von größerm Umfange, als in der vorigen Classe, erreicht jedoch nirgends die bedeutende Ausbreitung, welche ihr im menschlichen Auge, wo der sensible Charakter die größte Höhe erlangt, eigenthümlich. 5) Die Krystallinse ist in den untern Säugethiergattungen größer und kugeliger, in den dem Menschen näher stehenden kleiner und mehr abgeplattet, nirgends aber im Verhältniß des ganzen Augapfels so klein als im Menschen. — Gerade umgekehrt verhält es sich mit dem Glaskörper, welcher bei dem Menschen größer, als bei allen Thieren. 6) Von äußern Theilen gedenken wir a) der Bewegwerkzeuge, welche, obwohl wesentlich die frühern, doch durch eine Rolle an der Sehne des obern schiefen Augenmuskels und zuweilen durch einen besondern trichterförmigen Muskel unter den vier geraden vervollständigt werden; b) der Bedeckungen, welche durch die beiden queren Augenlider

zuweilen auch noch (wie im Hasen) durch das Rudiment einer Nickhaut dargestellt sind; c) der Absonderungen, welche nur den Walen und Maulwürfen fehlen, dagegen in den übrigen stets als Thränenorgane sich ausbilden.

Anmerkung. Ausführlicher s. m. die Geschichte des Auges theils in meiner Zootomie, theils in mehrern einzelnen Schriften, von welchen hier nur genannt wird: Schreger Versuch einer vergleichenden Anatomie des Auges, Leipzig, 1810, und Soemmerring de oculorum hominis animaliumque sectione horizontali, Göttingen, 1818.

2. Erstes Auftreten und allmählige Vervollkommnung des Hörwerkzeuges in der Thierreihe.

Weit später, als das Auge, tritt ein deutlich nachzuweisendes Ohr in der Thierreihe auf, und auch hierin, wie in mehrern andern *), beweist sich der Hörsinn, eben weil er auf die innerste Bewegung der Körper gerichtet ist, als in welcher ihr Wesen am entschiedensten sich ausspricht, von höherer Bedeutung, als der Gesichtssinn. Die höchste Ordnung der Bauchthiere, die Sepien, sind es, wo zuerst Hörsinn ein deutliches Organ erhält, ob Muscheln oder Schnecken schon

*) Nur vorläufig will ich hier darauf aufmerksam machen, daß Mangel des Hörsinns im Menschen weit mehr die geistige Ausbildung hindert, als Mangel des Gesichtssinnes. Der Taubstumme wird sich nie zu bedeutender Höhe geistiger Entwickelung schwingen.

eine Art von Gehör besitzen, ist nicht auszumitteln gewesen und kaum wahrscheinlich. — So auch kennt man unter der ganzen unermeßlichen Mannigfaltigkeit der Gliederthiere nur die Krebse als mit deutlichen Hörwerkzeugen ausgerüstet. Zwar ist es höchst wahrscheinlich, daß auch die vollkommneren Insekten hören, allein ob ein bestimmtes Ohr da sey, oder ob nicht schon die Schallerzitterung ihres ganzen zarten Körpers und Nervensystems Gehörsempfindung vermitteln, darüber konnte durchaus bisher nicht entschieden werden. — Sehr beachtenswerth aber bleibt es, daß so unvollkommen nun auch das Hörorgan gebildet seyn möge, doch sogleich von den untersten Thiergattungen mit Gehör bis zu den vollkommensten Thieren und bis zum Menschen hinauf, der Gehörsinn fortwährend und mit unabänderlicher Festigkeit an ein Paar von Organen gebunden ist, da das Auge in den niedern Classen in Zahl und Stellung so außerordentlich variirt.

Das Ohr der Sepien also, welches wir als erste Form dieses Sinnes in der Thierreihe anzusehen haben, wird uns, wie die niedrigste Augenform, die einfachste Bildung und die eigentlichen Elementartheile des Hörorganes erkennen lassen. Diese Elementartheile sind aber, ganz parallel den oben angeführten Ur-Theilen des Auges, folgende: 1) das aufgelockerte Nervenende; 2) eiweißstoffige Erzitterung zum Nerven fortpflanzende Masse von dem blasig aufgelockerten Nervenende zum Theil umfaßt; 3) knöcherne Ein- oder Anlagerungen, geeignet, durch ihren Gegensatz die Erzitterungen zu verstärken. Die Art, wie diese Elementartheile nun hier geordnet sind,

ist kürzlich folgende: — In dem Kopfknorpel, welcher bei diesen Thieren Hirnknoten und Markring einschließt, liegen in der Kehlgegend zwei kleine Höhlen, in denen kleine Gallertsäckchen enthalten sind, zu welchen die kurzen Hörnerven sich verbreiten, und in welchen kleine Knorpelkernchen schwimmen, geschickt Schallerzitterungen fortzupflanzen. Alle andere Gebilde demnach, welche in höhern Thieren sonst noch zum Ohr gehören, mangeln hier noch und nur die eigentlich wesentlichen, welche im Menschen das innerste Labyrinth bilden, stehen hier ganz allein der Funktion vor. — Nicht viel anders ist das Ohr der Krebse, nur daß die beiden Hörhöhlen etwas mehr nach außen und zwar an der Wurzel der großen Fühlhörner gelegen sind, und von Fortsetzungen der Schaale umschlossen werden.

Sehr merkwürdig ist nun in den Thieren mit Hirn und Rückenmark zu beobachten, wie nach und nach zu diesen innersten Gebilden immer neue und mehrere Hülfsmittel der Funktion des Gehörs hinzutreten, so daß die stufenweise Steigerung der Bildung kaum in irgend andern Theilen deutlicher und regelmäßiger wahrgenommen werden kann, als hier.

1. In den Fischen. Hier haben die Lampreten ganz wie die Sepien zwei höchst einfache in kugelige Knorpelhöhlen eingeschlossene Gehörsäckchen, jedoch hier zu beiden Seiten des Hinterkopfs gelegen. In den übrigen Gattungen treten bereits mancherlei neue Gebilde zu den verhältnißmäßig auch an Größe zunehmenden blasigen mit Eiweiß gefüllten Erweiterungen, an denen die Hörnerven sich endigen, hinzu. Die einen, welche

von hier an nun bis zum Menschen hinauf bleibend werden, führen den Namen der drei halbzirkelförmigen Kanäle, womit zugleich ihre Natur, wie durch Schema Figur 14, Tafel I. ihre Form bezeichnet wird. Merkwürdig ist ihre verschiedenartige Richtung, so daß sie eigentlich den drei Dimensionen des Raums (Breite, Höhe und Tiefe) entsprechen, vielleicht auch eben deßhalb die Richtung, in welcher der Schall herandringt, zu empfinden, vorzugsweise bestimmt sind. Diese drei Kanäle (sie liegen hier an den Schläfenknochen und gewöhnlich noch ganz frei neben dem Hirn in der Schädelhöhle) münden übrigens immer in die größere, mit Eiweißmasse erfüllte und gewöhnlich ein oder zwei steinähnliche Knochenkerne enthaltende, eigentliche Gehörblase, welche mit diesen Steinen für das Ohr dasselbe ist, was der in der Netzhaut eingeschlossene Glaskörper mit der Linse, für das Auge. — Selten (so z. B. bei einigen Knorpelfischen) gehen von der Oberfläche dieser Hörblase Kanäle bis gegen die äußern Bedeckungen, wodurch bereits eine Art von unvollkommenem Gehörgange angedeutet wird. Vorzüglich merkwürdig aber ist die durch Weber bekannt gewordene Verbindung der Schwimmblase mit dem innern Ohr in mehrern Fischen; so steigen blasige Aeste der Schwimmblase im Häring bis an die innere Hörblase herauf, und in andern, wie bei den Karpfenarten, bilden drei kleine Knöchelchen jederseits an den obersten Rückgrathswirbeln (ich halte sie für verkümmerte kleine Rippenrudimente) eine Kette zwischen der Schwimmblase und Gehörblase. — Eine Verbindung, welche deßhalb so bedeutungsvoll ist, weil die Schwimm-

blase eigentlich die Bedeutung der Lunge hat und modulirtes Athmen, Tönen und zuhöchst Sprechen, gerade seinem Wesen nach, in genauestem Zusammenhange mit dem Hören steht und stehen muß, hier aber eine solche Verbindung noch gleichsam auf rohere Weise, nämlich durch bloßes Verwachsen beider Theile bewirkt wird.

2. In den Lurchen. Auch hier liegt das Paar der Hörorgane noch tief im Innern des Kopfs, obwohl etwas mehr, als in den meisten Fischen, vom Hirn abgesondert und einzelne Mittelglieder treten abermals neu zwischen die innerste mit drei Bogengängen versehene Gehörblase und die Außenwelt. Am wenigsten sehen wir dergleichen bei Molchen und Schlangen, dahingegen bei Fröschen und Kröten, noch deutlicher aber bei Eidechsen und Schildkröten, eine mittlere Höhle zwischen innerstem Ohr und Hautfläche hervortritt, welche wir Paukenhöhle nennen und welche nach außen durch eine erzitternde Haut verschlossen wird, so den Namen des Trommelfelles von den ältern, massive Vergleiche liebenden Anatomen erhalten hat. Diese Paukenhöhle ist eigentlich ursprünglich Athmungshöhle, da dort die den frühern Entwickelungszuständen eigenen Kiemen sich gebildet hatten; und von hier aus erklärt sich nun mit einemmale, warum diese obliterirte Kiemenhöhle (d. h. Athmungshöhle) eben mit dem Hörorgane in Verbindung treten und warum von hier aus eine Oeffnung oder ein Kanal (man nennt ihn die Eustach'sche Trompete) in den das zu athmende Medium aufnehmenden Mund übrig bleiben muß. Außerdem krystallisiren aus der ursprünglichen Flüssigkeit dieser Höhlen eigene

Gehörknöchelchen; hier in jeder Höhle eins, das sogenannte Säulchen (Columella), welche die Erzitterungen des Paukenfells zur innern Hörblase, die sie durch eine Oeffnung im Knochen berühren, fortpflanzen. — Endlich muß noch erwähnt werden, daß im Krokodil, wo einige Hautfalten auch die erste Andeutung des äußern Ohrs geben, ein eigener Anhang der Gehörblase vorkommt, welcher, in einem gebogenen Knochenkegel ruhend, als erstes Rudiment der im menschlichen Ohr sogenannten Schnecke anzusehen ist.

3. In den Vögeln. Das Hörwerkzeug der Vögel ist von dem der Krokodile kaum in wesentlichen Dingen abweichend, nur daß die ganze innere Hörblase mit ihren Bogengängen weit genauer von fester Knochensubstanz umschlossen wird, und daß die in dem Rudiment der Schnecke ruhende Fortsetzung der innersten Gehörblase eine von Treviranus entdeckte merkwürdige feinblättrige Structur hat. Uebrigens schließt sich auch hier an das innere Ohr ein mittleres, die Paukenhöhle, mit einem langen zarten Kanale nach der Schlundgegend und einer Columella versehen und durch ein hier schon viel zarteres Trommelhäutchen geschlossen. Bemerkenswerth ist, daß auch hier die Bedeutung der Athmungsgegend in dieser Paukenhöhle darin deutlich hervortritt, daß die benachbarten Knochen des Kopfs von ihr aus ebenso mit Luft erfüllt werden, wie die Knochen des Rumpfs von den Lungen aus. Endlich ist, bei tiefer nach innen liegenden Trommelhaut, ein äußeres Ohr allemal angedeutet, theils durch einen kurzen mit steifen Federchen

eingefaßten Hörgang, theils (bei den Eulen) selbst durch eine große häutige Ohrmuschel.

Wieder also sind der ursprünglich so einfachen Hörblase mannichfaltige Gebilde hinzugefügt und erscheint dieß nicht unwichtig in einer Classe, wo zuerst jene Modulationen der Stimme hervortreten, welche ohne feiner ausgebildeten Hörsinn selbst beim Thiere undenkbar bleiben.

4. In den Säugethieren. Die größere Mannichfaltigkeit der Bildungen, welche in dieser Classe gesetzt wird dadurch, daß in ihr die frühern Classen der Hirnthiere wieder dargebildet werden müssen, bedingt auch im Ohr eine große Verschiedenheit der Gestaltung. Bei alledem betrifft diese Verschiedenheit doch eigentlich im Wesentlichen nur äußere Theile, und nirgends kommt z. B. ein solches Verkümmern dieser Sinnesform vor, wie wir sie beim Auge der Säugethiere geschildert haben und im Geruchsorgan beschreiben werden, worin wieder die größere Stätigkeit der Stufenfolge in der Entwickelung dieses Organes bemerklich wird.

Die innerste Hörblase mit ihren Bogengängen zuvörderst erhält aber hier durchgängig jenen schneckenförmig gewundenen Anhang, von welchen in der vorigen Classe nur ein Rudiment vorhanden, und nur in einem Mehr oder Weniger der Ausbildung aller dieser Theile, welche nun ihres verwickelten Baues wegen nicht unpassend unter dem Namen des Labyrinthes begriffen werden, ist eine Verschiedenheit zwischen verschiedenen Gattungen sichtbar. — So liegen z. B. in den feinhörenden wühlenden, oder im Dunkel fliegenden

Thieren (Maulwürfen, Fledermäusen) Schnecke und Bogengänge mit zartern Knochenüberzuge an innerer Fläche des Schläfenbeins fast frei zu Tage, wenn sie in andern Gattungen von steinharter Knochenmasse so fest umschlossen werden, daß davon diesem ganzen Stücke des Schläfenbeins der Name des Felsenbeins gegeben worden ist. So ist auch die Zahl der Windungen, welche die Schnecke macht, nicht ganz gleich (gewöhnlich macht sie 2½ Windung) und im Schnabelthier soll sie gar, wie bei den Vögeln, nur ein gebogenes Horn darstellen.

Das mittlere Ohr wird besonders in seinen Hörknöcheln vervollkommnet, indem das eine Säulchen der Vögel (nur im Schnabelthiere kommt noch etwas ähnliches vor) in den Säugethieren in drei beweglich verbundene Knöchel zerfällt, welche von zufälligen Aehnlichkeiten der Form die Namen Hammer, Ambos und Steigbügel bekommen, von welchen dann das erste mit der Trommelhaut, das letztere mit dem Labyrinth in Verbindung steht. Der Gang zur hintern Mundhöhlengegend bleibt auch hier, ja er wird in den Walen zum wesentlichsten Organ der Schallzuleitung und ist noch in einigen Hufthieren, z. B. dem Pferde, vor seiner Endigung in den Nahrungsweg zum sogenannten Luftbeutel erweitert. Endlich das äußere Ohr betreffend, so fehlt zwar nie der Gehörgang, wohl aber in den fischartigen Säugethieren, Schnabelthieren und einigen wühlenden Gattungen, wie Maulwürfen und Spitzmäusen die Ohrmuschel, und wenigstens auf diese Weise, indem das Sinnesorgan äußerlich nicht mehr sichtbar hervortritt, sowie es bei Fischen und

Schlangen nicht sichtbar war, werden frühere Formen wiederholt.

Ueberblickt man nun die Folge der Ohrbildung in der gesammten Thierreihe noch einmal, so ist der Abstand zwischen dem ersten einfach blasigen Keime dieses Organs bis zum ausgebildeten innern, mittlern und äußern Ohre gewiß überraschend, und besonders bemerkenswerth, daß die reichste Modulation der Stimme unter den Thieren nur auf die minder entwickelten Vögel und nicht auf die Säugethiere fällt, welche zu nahe an die höhere Sphäre der Menschheit gränzen, allwo dann erst, entsprechend der feinsten Sensibilität des Ohrs auch die freieste Modulation der Stimme ihren Culminationspunkt erreichen muß.

Anmerkung. Ausführlichere Schilderungen der verschiedenen Formen des Hörorganes in den Thieren sehe man theils in Cuvier's vergleichende Anatomie und meiner Zootomie, theils in **Blainville** (de l'organisation des animaux, T. I. p. 447); **Scarpa** (Anatomicae disquisitiones de auditu et olfactu, Ticin. 1819.) und **Weber** (de aure et auditu hominis et animalium, Lips. 1820).

3. Erstes Auftreten und allmähliges Vervollkommnen des Geruchwerkzeuges in der Thierreihe.

Die Sinnesart, welche wir mit dem Namen des Geruchs belegen, setzt eigentlich Athmen von Luft voraus, da nur aus der Luft riechbare Stoffe

empfunden werden. Von einem Riechen im Wasser haben wir keinen Begriff und es fließt uns Geruchsempfindung, aus einem tropfbar flüssigen Medium entnommen, mit dem Begriffe des Geschmacks nothwendig zusammen. Dessenungeachtet finden wir Organe in der Thierreihe, unsern Geruchsorganen nahe verwandt, ja Vorbilder derselben, welche in Wasser-athmenden Thieren sicher eine unserm Riechen ganz ähnliche Sinneswahrnehmung hervorbringen. Man muß daher eine für uns freilich nicht ganz klare Art des Riechens in und durch Wasser annehmen, welche man wohl zum Unterschiede von dem Riechen in und durch Luft mit dem Namen Wittern bezeichnen könnte.

Es könnten sofort die niedrigsten Thiere, welche sämmtlich Wasserthiere sind, blos dergleichen Witterungsorgane besitzen, doch ist aus der ganzen unabsehlichen Reihe Wasser-bewohnender Muscheln, Schnecken, Sepien, Würmer, Polymerien und Insekten einzig und allein die Sippe der eigentlichen Krebse mit ziemlich sicher für Organe des Riechens oder Witterns zu erkennenden Gebilden ausgerüstet. Sie liegen hier, nach Rosenthal's Entdeckung, als kleine muschelartige Vertiefungen, welche eigene Nerven vom Hirnknoten empfangen, in der Wurzel der kleinen Fühlhörner. — Ebenso wenig als die übrigen Wasserthiere haben die sämmtlichen Luftthiere unter den Weich- und Gliederthieren besondere Geruchsorgane bisher mit Bestimmtheit erkennen lassen, obwohl namentlich bei vielen Insekten (man denke nur an Aaskäfer und Schmeißfliegen) ein sehr scharfer Geruch unläugbar vorhanden ist.

Vielleicht ist auch hier der ganze von Luft durchdrungene Körper das Reagens für die der Luft mitgetheilten riechbaren Effluvien.

Auch unter den Hirnthieren sind die der ersten Classe, die Fische, Wasserthiere, und können daher nur Witterungsorgane haben. Es sind dieß aber muschelförmig ausgehöhlte Gruben zu beiden Seiten der Oberkiefer (nur die Lampreten haben eine einzige in der Mitte der obern Kopffläche), hinter deren meist zierlich gefalteten Schleimhaut der Riechnerv mit einem Ganglion und dann folgender Ausbreitung sich endigt. 1) Aufgelockertes Nervenende also, 2) eine das riechbare Medium aufnehmende Höhle, und 3) Absonderung und Ablagerung von Schleim im Umfange derselben, bilden auch hier eine Dreiheit, welche den, bei den einfachsten Formen von Auge und Ohr aufgeführten Dreiheiten, genau gegenüber steht. — Bei den Hayfischen erreichen diese Gruben einen besondern Umfang, so wie hier der Riechnerv zuerst ausnehmend dick und Fortsetzungen der Hirnhöhlen enthaltend vorkommt. Die Schnelligkeit, mit welcher indeß gerade auch diese Raubthiere ausgeworfene Köder oder Leichname und dergleichen aus großen Entfernungen wittern, ist aus Geschichten von Seereisen oft genug zu ersehen.

Nase oder mindestens Nasenkanäle als eigentliche Riechwerkzeuge bilden sich zuerst in den Lurchen. Bei Molchen, Fröschen, Schlangen, Schildkröten und vielen Eidechsen ist der Oberkiefer ungefähr an denselben Stellen, wo bei Fischen die Gruben sich fanden, von Löchern oder kurzen mit Klappen versehenen Kanälen durchbohrt, welche die wahren Athemlöcher (Spiracula)

6*

sind, indem diese Thiere **nur** durch dieselben und nicht mit offenem Munde, wir wir, Athem holen können (wovon weiter unten). In diesen kurzen Kanälen nun liegen wieder muschelartige schleimreiche Organe, hinter denen die Riechnerven endigen und welche die Geruchsempfindung vermitteln. Nur bei Krokodilen erreichen diese Nasenkanäle eine bedeutende Länge, so daß die hintern innern Naslöcher von den äußern in einem erwachsenen Thiere 8—12 Zoll entfernt sind.

Noch zusammengesetzter wird dieser Bau in den **Vögeln**, entsprechend der in dieser Classe so außerordentlich entwickelten Athmung (wovon weiter unten), verhältnißmäßig zur Schädelhöhle größer werden, als irgendwo. Es finden sich hier jederseits drei Nasenmuscheln, welche mit Schleimhaut bekleidet, die Zerfaserungen der Riechnerven aufnehmen. Die Nasenkanäle sind durch eine Scheidewand, obwohl nicht immer vollkommen, getrennt, nehmen Luft auf durch verschieden geformte in Wasservögeln sehr langgeschlitzte Naslöcher, geben Luft in die nicht mit Schleimhaut ausgekleideten Knochenzellen des Oberkiefers *) und endigen sich nach hinten gemeinschaftlich mittelst einer Längenspalte über der Stimmritze.

In den **Säugethieren** endlich tritt das Geruchsorgan gleich den andern **großen** Sinnesorganen wieder in höchst verschiedenartiger Form auf, ja es findet sich wieder eine Thierfamilie (die der

*) Die Größe des Schnabels hängt von der Ausdehnung dieser Knochen, aber keineswegs der Geruchhöhlen aus. Scharfriechende Raubvögel haben deshalb kleinere Schnäbel als Vögel mit schwächern Geruchsorganen.

Wale und Delphine), wo es ganz verkümmert und der Raum der Nasenkanäle blos zum Auswerfen (Ausblasen) des Wassers benutzt wird. — Wie übrigens erst in dieser Classe zum innern und mittlern Ohr ein äußeres bewegliches Ohr hinzutrat, so tritt hier zum innern Raume der Nasenkanäle zuerst eine eigentliche äußere bewegliche Nase hinzu, welche in höchst verschiedenen Formen sich gestaltet, bald zu kürzern oder längern Rüsseln sich vergrößert (bei Maulwürfen, Schweinen, Elephanten) und bald in die sonderbarsten Blatt-ähnlichen Bildungen ausartet (so bei Fledermäusen, wie in der Hufeisennase und den merkwürdigen amerikanischen Phyllostomen). Sogar, wo die Nase auf gewöhnliche Weise in die beiden, besonders in den Seehunden langgeschlitzten und beweglichen Nasenlöcher sich endigt, erhält sie immer besondere Muskeln, welche in den Thieren durch ihre Wirkung zur Erhöhung des Geruchssinnes beitragen, und nur im Menschen wieder an Wirksamkeit eben so verlieren, wie die Muskeln des äußern Ohres; dahingegen die menschliche Nase durch ihr mäßiges Hervorragen über den Oberkiefer erst wesentlich das Menschen-Antlitz vom Thiergesicht unterscheidet. — Im Innern tragen die schöngewundenen Nasenmuschelknochen, die verschlungenen Zellen des Siebbeins und die Geräumigkeit der anstoßenden Höhlen des Stirn- und Oberkieferbeins durch Vergrößerung der Ausbreitung der Schleimhäute besonders zur Schärfung des Geruchsinnes bei.

Anmerkung. Ueber den Geruchsinn der Thiere s. m. die angeführten Schriften von Scarpa,

Cuvier, Blainville und meine Zootomie; über den Geruchsinn des Menschen, insbesondre die Osphresiologie, oder Lehre von den Gerüchen, von H. Cloquet, aus dem Franz. Weimar, 1824.

Blicken wir am Schlusse dieser Betrachtungen höherer Sinneswerkzeuge noch einmal auf die Stufenfolge ihrer Ausbildung zurück, so wird jetzt klar seyn, was früher hierüber im Allgemeinen bemerkt worden ist, daß sie nämlich sämmtlich von einzelnen Nervenpapillen ihren Anfang nehmen und mit schöner Regelmäßigkeit durch eine immer mehr und mehr verfeinerte und zusammengesetzte Structur sich vervollkommnen. Je vollkommner aber das Sinnesorgan, desto weitgreifender und inniger das Vereinleben des Einzelwesens mit der Welt, und je inniger dieses, desto mehr wird sich das Einzelwesen im Ganzen empfinden und eben dadurch um so mehr sein inneres geistiges Princip entwickeln. — Nicht ohne Bedeutung für dieses Vereinleben ist sonach selbst die wagerechte Stellung, welche wir an höhern Sinnesorganen bei vollkommner Ausbildung immer beobachten, und welche auf Nöthigung zur Wahrnehmung des um und neben Thier und Menschen sich regenden Naturlebens, und somit auf Nöthigung zum wahren Vereinleben mit seiner Umgebung deutet.

Es leitet uns nun der Fortgang dieser Betrachtung zu einem neuen Gegenstande, nämlich zu Erwägung der Art und Weise, wie das Thier gegen äußere Reize reagirt, wie es durch Bewegung seine innern Zustände äußerlich bemerklich macht, worin denn abermals eine außeror-

dentlich große Reihe höchst mannichfaltiger Formen dargebildet wird, von welchen wir nur die am meisten Vorscheinenden in nähere Untersuchung ziehen können.

Es fragt sich also:

III. Wie gestaltet sich das System der Bewegwerkzeuge im Thierreiche?

Für alle Bewegung auf Erden und am Himmel sind aber die eigentlich elementaren ursprünglichen Formen: Anziehung und Abstoßung. Denken wir uns diese Kräfte wirkend innerhalb eines Einzelwesens, so wird die Anziehung gegen irgend einen innerlich gegebenen Punkt die Körpermasse verdichten, zusammendrängen, sie wird sich als Zusammenziehung darstellen; umgekehrt wird die Abstoßung, das Fliehen von einem gegebenen Punkte, die Lichtung, die Zerstreuung der Körpermasse bedingen und als Ausdehnung erscheinen, woraus denn hervorgeht, daß Zusammenziehung und Ausdehnung ebenso die Grundformen aller Bewegung organischer Einzelwesen sein müssen, als Anziehung und Abstoßung die der Bewegung überhaupt. — Anziehung und Abstoßung, Ausdehnung und Zusammenziehung, können aber, da sie Wechselwirkungen zwischen gegebenen Punkten sind, nur in Form von Linien räumlich ausgedrückt werden, und hierin der eigentliche Grund davon, daß das wesentliche Organ für alle thierische Bewegung allemal in der linearen Form, nämlich als Muskelfiber auftritt. Es giebt aber zwei Grundfor-

men der Linie, die gerade, und die Kreislinie; die erste entsteht durch Fortbewegung eines Punktes in stetig unveränderter Richtung, ist deshalb der unendlichen Verlängerung fähig und entspricht sofort dem Begriffe der Ausdehnung; die andere entsteht durch stetig gleichförmig abgeänderte Richtung, muß deshalb nothwendig in sich zurücklaufen und ist deshalb allemal nur einer endlichen Verlängerung fähig, entspricht folglich dem Begriffe der Zusammenziehung.

Diese beiden Liniengattungen sind denn auch die Vorbilder für alle Muskelfibern, und wenn sonach aus der urthierischen Masse besondere Gebilde für Bewegung hervorgehen, so müssen die Cirkel- und Längenfibern die ursprünglichen Formen derselben ausmachen, wobei jedoch von beiden wieder die Cirkelfiber deshalb als die frühere anzusehen ist, weil die Kugelgestalt die ursprüngliche Form des Thierleibes darstellt und begreiflicherweise auf den concentrischen Schichten einer Kugel keine geraden Linien vorkommen können.

Merkwürdig ist übrigens, wie nun jede dieser ursprünglichen Formen der Muskelfiber, indem sie in sich selbst der Ausdehnung und Zusammenziehung fähig wird, den Charakter beider wiederholt, und wie nun die Längenfiber sowohl als Cirkelfiber, sobald sie sich belebt und wirkend zeigt, abwechselnd, und zwar, aus höhern Gründen, ursprünglich allemal rhythmisch abwechselnd, im Zustande der Expansion und Contraction gefunden werden.

Untersucht man übrigens den Bau der Muskelfiber mikroskopisch, so zeigt sie sich als aus einer Reihe von kleinen Kügelchen bestehend, welche

bei unvollkommnerer Bildung der Muskelsubstanz weitläufiger und im laxern Zusammenhange geordnet sind, da sie bei höherer Ausbildung gedrängter und dichter erscheinen. Die höhere oder niedere Entwickelung dieser Fibern geht übrigens gewöhnlich parallel dem Stande der Athmungsfunction, so daß, je kräftiger die Athmungswerkzeuge und insbesondre für Luftathmung entwickelt sind, auch um so mehr die Muskelfaser ausgebildet erscheint; weshalb wir dann die höchste Ausbildung der Muskulatur unter den Rumpfthieren bei den Kerfen, unter den Kopfthieren bei den Vögeln vorfinden werden. — Ehe wir jedoch zur Betrachtung der besondern Bewegapparate übergehen, bleibt uns zunächst die Frage zu erörtern:

Welches sind die Gegenden des Thierleibes, wo Apparate der Bewegung zuerst sich entwickeln?

Durch die Bewegung soll der Organismus äußern Einflüssen entgegenwirken und da, wo er mit Aeußerlichen in Berührung tritt, werden sonach auch Bewegapparate gefordert. Die gesammte äußere Leibesfläche, Hautfläche des Thieres muß aus diesem Grunde nothwendig erstwesentliche Stelle für Entwickelung der Muskulatur abgeben. Nächstdem wird da, wo äußerliche Elemente Behufs der Ernährung, Athmung und Fortpflanzung in den Körper eindringen, Gegenwirkung und Entwickelung von Muskelfibern gefordert werden, und hierdurch findet sich die Ausbildung von Bewegapparaten am

Darmkanal, an Athmungs- und Geschlechtswegen bedingt. Endlich aber giebt es im Innersten des Thieres ein Elementares, eine für stete Reproduction des Körpers thätige Ernährungsflüssigkeit, welche in ihrer vollkommnen Ausbildung Blut genannt wird, und auf diese findet, wie auf die äußerlichen Elemente, Gegenwirkung der gestalteten Thiersubstanz statt, wodurch dann drittens Entwickelung von Bewegapparaten an Gefäßwänden bedingt wird.

In wiefern nun die mehr und mehr entwickelte, mannichfaltiger ausgebildete Gestalt des Thierleibes sich immer mehr von der ursprünglichen einfachen Kugelgestalt entfernt, durch Eiform zur Cylinderform sich umwandelt, welche letztere dann freilich mit unendlichen Modificationen in den meisten Thierleibern vorherrschend wird, müssen nun auch, da im Cylinder geradlinigte und kreisförmige Begränzung vereint vorkommen, in den Bewegapparaten zu den primitiven Kreisfibern die Längenfibern hinzutreten. Die abwechselnde Thätigkeit von Cirkel- und Längenfibern begründet dann das, was mit dem Namen wurmförmiger Bewegung belegt zu werden pflegt, da ein solches abwechselndes Wirken von Cirkel- und Längenfibern der Haut die Fortbewegung vieler niedern Thierarten, z. B. der Würmer, vorzüglich vermittelt; eine Bewegungsform, welche bei höhern Thiergattungen nur den innern Flächen, z. B. den Darm- oder Gefäßwänden zukömmt. — Wie demnach drei Stellen: Haut, Darm und Gefäß die Cirkel- und Längenfibern vorzugsweise entwickeln, so entstehen sofort auch drei Urformen

von Bewegung, welche in ihrem ursprünglichen Gange in regelmäßig rhythmischem Wechsel erfolgen und Respirations- und Ortsbewegung, Dauungs- oder peristaltische Bewegung und Pulsschlag genannt werden.

Unter diesen drei Grundformen der Bewegapparate ist indeß, wie schon bemerkt, immer der Bewegapparat der Haut der primitive, und, weil hier der Organismus am entschiedensten mit der Außenwelt in Wechselwirkung tritt, erhalten daselbst die Muskelfibern die stärkste und mannichfaltigste Entwickelung, ja sie vereinigen sich bei höhern Thieren in kleinere und größere Bündel, bilden dann das, was wir Muskelbäuche nennen, und nehmen, indem sie sich auf die mancherlei Metamorphosen der Hautfläche, Sinnesorgane, Glieder, Skelettheile u. s. w. beziehen, selbst die verschiedensten Formen an. — In soweit nun im Nachfolgenden ein Ueberblick der Bewegungsorgane im Thierreiche gegeben werden soll, werden wir für jetzt nur diese äußerste Schicht von Bewegapparaten berücksichtigen, in wiefern die dem Darm und Gefäßsystem angehörigen Muskelfibern besser bei Betrachtung dieser Systeme selbst zur Erwähnung kommen können.

Entwickelung des für Athmungs- und Orts-Bewegung bestimmten Muskelapparats in der Thierreihe.

1. In den Eithieren.

Die Infusorien bieten die merkwürdige Erscheinung einer äußerst lebhaften Bewegung ohne

alle Spuren besonderer äußerer Bewegapparate dar; ungefähr wie durch Elektricität geladene Korkkügelchen rasch hin und her geschnellt werden, sieht man diese punktförmigen Geschöpfe die lebhaftesten Bewegungen vollbringen, ohne daß selbst die schärfste Beobachtung und Vergrößerung etwas Muskelfiber=ähnliches oder Gliedmaßenspuren wahrnehmen ließe. Die einfache Punktmasse des Körpers, welcher hier auch zum Theil die Bedeutung der Nervenmasse zukommt, trägt zugleich die Bedeutung des Bewegungsorganes, und selbst größere aus solchem gleichförmigen Eistoff gebildeten Eithiere, z. B. Medusa aurita, üben noch ohne alle Muskelfiber lebhafte Bewegung aus. Ein Phänomen von besonderer Wichtigkeit, indem es beweist, daß nicht die Muskelfiber allein die Bewegung vollbringt, sondern die Bildung der Muskelfiber selbst erst durch Bewegung verbreitet und veranlaßt wird.

Deutlichere Entwickelung von Muskelfibern finden sich erst unter den höhern Eithieren, so bei Actinen, Holothurien, Asterien und Echiniden. Die meisten dieser Thiere sind unter mehr oder weniger harten Hautbedeckungen mit fibrösen, aus Cirkel= und Längenfibern gewirkten Häuten umschlossen, welche theils der Ortsbewegung, theils den Athmungsbewegungen dienen. Fortsetzungen derselben entwickeln sich oft, so z. B. in den Asterien und Holothurien zu kleinen ausstreck= und einziehbaren Gliedern, welche mit dem Namen von Fühlern belegt werden, oft in bedeutender Menge auf der Oberfläche des Thieres zum Vorschein kommen, und wahrscheinlich auch auf Athmungs=Function besondere Beziehung haben.

2. In den Bauchthieren oder Weichthieren.

Die niedrigsten Familien derselben, wie die Salpen- und Botryllusarten, lassen wieder, gleich manchen Medusen, nichts von Muskelfiber erkennen; in allen übrigen hingegen bleibt ein fibröses den ganzen Leib einschließendes Gewebe von Cirkel- und Längenfasern das wesentlichste äußere Bewegungsorgan, in welches oft der von Cirkel- und Längenfasern umflochtene Darmkanal, so wie der ähnlich umflochtene Gefäßkanal, gleichsam als Wiederholung des muskulösen Hautcylinders, eingeschlossen sind, somit den deutlichsten Beleg gebend zu dem, was oben über die drei primitiven Formen aller Bewegungsorgane gesagt ist. Auf diese Weise erscheint z. B. in den Seescheiden (Ascidiae) der ganze Thierleib umschlossen von einer einfachen unter der lederartigen Schaale des Thieres liegenden Muskelhülle, welche in den Magensack eines höhern Thieres ihr vollkommenstes Analogon findet (siehe meine Erläuterungstafeln zur vergleichenden Anatomie, Heft I. Taf. I. Figur 2.) und in wiefern hier das Thier der Ortsbewegung beraubt ist, indem die Schaale festgewachsen, kann die Wirkung dieses Muskelcylinders bloß auf Athmung bezüglich seyn.

Dieselbe Bewandtniß hat es mit der den Leib der Muschelthiere umgebenden Haut, welche, in wiefern sie dicht unter der Schaale liegt und Athmungswerkzeuge umgiebt, gewöhnlich der Mantel genannt wird, dahingegen die die Eingeweide umschließende Muskelhülle sich mehr verdickt, aus mannichfacher sich kreuzender Muskelfiber gewoben

ist, und in wiefern sie einer zusammengesetztern Bewegung fähig ist, auch oft der Ortsbewegung dient, den Namen des Fußes, richtiger eigentlich der Sohle erhält (siehe Brooke's Anleitung zum Studium der Conchylienlehre, Leipzig, 1823, Tafel XII. Figur 3 und 4.).

Anmerkung. Das Studium der Bewegwerkzeuge in der Thierreihe bietet unter so vielem Merkwürdigen auch die eigenthümliche Erscheinung dar, daß zuweilen die Muskularwirkung durch eine niedere und mehr mechanische Kraft, d. i. durch Elasticität ersetzt wird. Es beweist dies jedoch immer ein niederes Verhältniß und kommt auf höhern Stufen thierischer Bildung nicht mehr vor. Gerade die Muscheln aber geben eins der auffallendsten Beispiele dieser Art ab, da bei ihnen ein wichtiger Bewegungsakt, nämlich das Oeffnen der Schaalen blos durch ein hinter dem Schaalenschlosse querüber gespanntes Band bewirkt wird, dahingegen das Schließen derselben durch kurze dicke Faserbündel, welche gerade von einer Schaale zur andern gehen, vermittelt wird. Beweis jener ersten blos durch Elasticität vermittelten Wirkung ist es, daß todte Muscheln stets mit offenen Schaalen gefunden werden, Beweis der sehr kräftigen Wirkung der Schließmuskeln dagegen ist die Festigkeit, mit welcher lebende Muscheln die Schaalen schließen, eine Gewalt, welche so bedeutend ist, daß man bei großen Seemuscheln schon Schiffstaue durch dieses Schließen abkneipen sah. — Hier erscheint also wirklich Elasticität als gegenwirkend (Antagonist) gegen lebendige Muskelkraft, da im Menschen z. B.

immer nur ein Muskel der Antagonist des andern ist.

Am vollkommensten erscheint der aus sich kreuzenden Fibern gewebte äußere häutige abwärts zu einer flachen Sohle abgeplattete Muskelapparat, in welchen die schaalenlosen Gasteropoden (Schnecken) eingeschlossen sind. Das einfach Sackförmige dieses Bewegungsapparates wird dadurch noch mehr hervorgehoben, daß er mit den Eingeweiden in so weniger Verbindung steht (siehe Erläuterungstafeln, 1stes Heft, Tafel I. Figur 3.). Auch hier bilden äußerst zarte Fortsetzungen des fibrösen Hautcylinders die ausstreck- und einziehbaren Glieder, welche mit Nerven und Sinneswerkzeugen verbunden, den Namen der Fühlhörner bekommen. Bei den Gehäuse-Schnecken liegt in Folge gewisser in der Eibildung gegründeter Umstände nur ein Theil der Rumpfeingeweide innerhalb dieses Muskelsacks, der bei weitem größere liegt außer demselben, wird von der Schaale umschlossen und eigene Muskelbündel treten auf, welche, an die Schaale geheftet, das Zurückziehen des ganzen Thieres in diese Schaale vermitteln können. Eben so endlich finden sich allgemein, als Längs- und Cirkelfibergewebe, Muskelhüllen bei den kopffüßigen Weichthieren, den Sepien; auch hier bekommt der Theil der Muskelhülle, welcher die Eingeweide und Athmungsorgane umschließt, den Namen des Mantels, und auch hier bilden sich von der Muskelhülle des Kopfs aus im Umfange der Mundöffnung eine Anzahl von 8—10 Fortsetzungen, welche den Namen der Arme bekommen, durchaus aus Cirkel- und Längenfibern

gewoben sind und auf ihrer Oberfläche noch besondere Saugwerkzeuge tragen, deren Wirkung auf folgenden Mechanismus beruhte: —

Jeder Saugnapf ist ein muskulöses, scheibenförmiges, aus excentrischen und concentrischen Fibern gebildetes Organ, welcher, wenn er sich auf einen fremden Körper anlegt und in seiner Mitte sich einzieht, einen luftleeren Raum hervorbringen muß, so daß er nach Art eines Schröpfkopfs sich festsetzen und nur durch Wiederandrücken des innern Discus sich wieder ablösen kann (siehe Erläuterungstafeln, 1stes Heft, Tafel I. Figur 4. 5.). Die Menge dieser Saugnäpfe auf den Armen der Sepien ist es, wodurch diese Thiere bei bedeutender Größe selbst Menschen gefährlich werden, da aus den Umschlingungen ihrer festgesaugten Arme sich zu lösen kaum möglich wird.

3. Aeußere Bewegapparate in den Brustthieren oder Gliederthieren.

Wieder gewähren die niedrigsten Familien dieser Classe, namentlich die Blasenwürmer unter den Eingeweidewürmern, das Beispiel lebhafter Bewegung ihrer Körperoberfläche, ohne alle vorhandene Muskelfibern (siehe als Beispiel einen großen Blasenwurm, **Cysticercus tenuicollis**, abgebildet in den Erläuterungstafeln, Heft 1, Tafel I. Figur 1.). In den meisten übrigen Würmern hingegen ist, so wie in den gehäuslosen Schnecken, die allgemeine fibröse aus Cirkel- und Längenfibern gewobene Leibeshülle wichtigstes Bewegungsorgan. Die Regelmäßigkeit, mit welcher

dieses Fasergewebe sich z. B. in Blutegel darstellt, ist durch eine Abbildung, Erläuterungstafeln, Heft 1, Tafel I. Figur 6, anschaulich gemacht. Dasselbe bleibt bei den Polymerien und Insekten, und nur dadurch wird der Bau dieser Muskelhülle etwas verwickelter, daß a) diese Muskulatur häufig unter kalkigen oder hornigen Hautskeleten gelegen und mit den verschiedenen Theilen dieser Skelete verbunden ist; b) daß in dieser Muskelhülle, namentlich bei den Kerfen, gewisse Fasern als Faserbündel oder kleine Muskelbäuche sich absondern, und zwar in solcher Zahl, daß Lyonnet in seiner trefflichen Beschreibung der Weidenraupe 4061 Muskeln derselben aufzuzählen unternehmen konnte; c) in den Fortsetzungen dieser Muskelhülle, welche in Bezug auf die Glieder sich entwickeln, indem sie in die durch Fortsetzungen des Hautskelets gebildeten Gliedmaßen eindringen, so daß, wenn an unserm Körper die zur Hautfläche gehörige Muskulatur das Nervenskelet einschließt, an dem Körper dieser Thiere dieselbe Muskulatur vom Hautskelet eingeschlossen wird.

Im Allgemeinen ist übrigens die Muskulatur aller bis jetzt betrachteten niedern Thiere durch ein blasses eiweißstoffiges Ansehen bezeichnet, da nur dem Muskelfleisch der höhern Thiere die rothe Farbe eigenthümlich ist; ein Grund, weshalb Oken, auf eine freilich wohl nicht ganz zu rechtfertigende Weise, diese sämmtlichen niedern Thierclassen fleischlose Thiere genannt hat. Der schon oben erwähnte Einfluß der Athmung auf Kraftübung der Muskelfiber zeigt sich übrigens schon auf diesen Stufen des Thierreichs äußerst deutlich, indem bei den Weichthieren, welche größten-

theils Wasserathmer sind, eine schlaffere und minder energisch wirkende Muskelfiber gefunden wird, dahingegen den Luftathmenden und ganz von Luft durchdrungenen Insekten eine weit zähere und derbere Muskelfaser eigenthümlich ist, durch welche allein die enormen Kraftübungen oft sehr kleine Geschöpfe dieser Classe verständlich werden. Man erinnere sich nur an das Zernagen der festesten Gegenstände mittelst so kleiner Kiefern und Kiefermuskeln, wie sie bei manchen Insekten angetroffen werden, der weiten Sprünge, und ausgezeichneten Vermögens zum Fluge bei oftmals sehr kleinen Insekten u. s. w., und man wird sich von der Richtigkeit obiger Bemerkung überzeugt halten.

4. Von den äußerlichen Bewegapparaten der Kopf= oder Hirnthiere.

A. Bewegapparate in den Fischen.

So wie erwähnt wurde, daß in den höhern Polymerien und Insekten die äußere aus Cirkel= und Längenfiber bestehende Muskelhaut sich insbesondere auf das Hautskelet beziehen, so gewinnt von nun an der immer stärker sich entwickelnde Bewegapparat eine immer entschiedenere Beziehung auf das Nervenskelet. In den Fischen, wo wegen Mangel oder geringer Ausbildung äußerer Gliedmaßen die Veranlassungen zu besondern Fortbildungen des Bewegapparats weniger vorkommen, wird man sowohl durch die einfachere fleischigere Umhüllung des ganzen Körpers, als durch die laxe eiweißstoffige Beschaffenheit der Muskelfaser selbst

noch auffallend an die Anordnung der allgemeinen fibrösen Muskelhülle der Rumpfthiere erinnert. Gewöhnlich ordnet sich das Muskelfleisch der Fische am Rumpfe zu zwei großen seitlichen in viele einzelne Faserbündel getheilten Muskelmassen, welche, indem sie die Rechts- und Linkskrümmung des Körpers abwechselnd vermitteln, die Hauptmomente zur Fortbewegung des Thiers im Wasser abgeben. Nur am Kopf, um die Sinneswerkzeuge, und um die Kopf- und Rumpfgliedmaßen lösen sich einzelne Muskelbäuche von der gemeinsamen Muskelhülle ab, um dort eine freiere und unabhängigere Bewegung zu bedingen. Selten ist es, daß (wie z. B. in den Rochen) die Gliedmaßenmuskeln schon ein räumliches Uebergewicht über jene durch Metamorphose der allgemeinen fibrösen Körperhülle entstandenen seitlichen Muskelmassen erhalten.

Die Art der Fortbewegung der Fische im Wasser mittels jener Muskelapparate hat nun viel höchstmerkwürdiges und hat schon dem alten B o r e l l i (de motu animalium, Romae, 1680.) Stoff zu vielfältigen interessanten Untersuchungen gegeben. Hier können wir davon nur folgendes berühren: — In der Bewegung des Fisches im Wasser (im Schwimmen desselben) ist zu unterscheiden 1) das sich im Wasser überhaupt und bald höher bald tiefer schwebend erhalten, 2) das Erhalten des Gleichgewichtes im Wasser, 3) das sich Fortstoßen im Wasser und Vorwärtsschwimmen nach verschiedenen Richtungen. — Das erste wird bei vielen Fischen (namentlich bei denen, welche man die Repräsentanten der Classe, die eigentlichen Fische nennen kann, wohin die Bauch-

flosser Linné's gehören) durch eine Schwimmblase (Lungenrudiment) bewirkt, bei andern (wie bei Lampreten, Rochen und Hayen) durch bloße Muskelbewegung, (Seitwärtsbiegung des Rückgrathes, Auf- nnd Abwärtsschlagen der Flossen) erzwungen. Das zweite, die Erhaltung des Gleichgewichts, ist namentlich Sache der Flossen, besonders der Brustflossen, und man sah Fische sich im Wasser unwillkührlich umdrehen, nachdem ihnen diese Flossen abgeschnitten worden waren. Das dritte, die eigentliche Fortbewegung, ist blos Wirkung jener abwechselnden Seitenbiegungen, deren schon oben gedacht ist und welche einigen dieser Thiere (so z. B. den Aalen) auch ein Fortkriechen auf der Erde möglich macht. (S. Beispiele von der Muskulatur der Fische in meinen Erläuterungstafeln, Heft I. Tafel II.)

B. Bewegapparate der Lurche.

Auch viele Thiere dieser Classe sind wie die der vorigen in eine allgemeine, dem Nervenskelet aufsitzende, in Faserbündel geordnete Muskelhülle eingeschlossen, und in Wahrheit müssen die längs des ganzen Leibes gelagerten Schichten vielfach geflochtener Muskelmassen bei Schlangen und Molchen, namentlich in den Larvenmolchen, noch sehr an die gefaserten, ebenfalls vielfach geflochtenen Muskelhüllen der Gliederthiere, z. B. der Würmer, erinnern. Nur am Kopfe treten allemal besondere zu Muskelbäuchen geordnete Faserbündel hervor, und in Fröschen, Eidechsen, Schildkröten werden bereits die auf die Gliedmaßen bezüglichen Muskelapparate dergestalt vorherrschend,

daß die Muskulatur dieser Thiere eine bedeutende Aehnlichkeit mit der menschlichen Muskulatur erhält. — Bei alledem ist jedoch parallel der auch hier noch niedrig stehenden Athmung, das Muskelfleisch noch blaß, eiweißstoffig und von weniger ausgewirkter Faser. Außerdem ist noch eine merkwürdige Eigenthümlichkeit an der Muskelfläche der Amphibien, daß es sehr lange nach Zerstörung der wesentlich zum Leben nothwendigen Organe, ja selbst nach Abtrennung vom Leibe die Eigenschaft behält, welche man insgemein mit dem Namen der Reizbarkeit (Irritabilitas) nach Hallers Vorgange bezeichnet. Diese Eigenschaft der Muskelfaser besteht darin durch den Einfluß der nicht mehr von Hirn und Rückenmark angeregten, sondern von äußern Einflüssen gereizten Nerven zu Zusammenziehungen veranlaßt zu werden. Eine Eigenschaft, welche den Physiologen zu den vielfältigsten Versuchen Gelegenheit gegeben und unter andern das wichtige Werk von Alexander von Humboldt (Versuch über die gereizte Muskel- und Nervenfaser, Berlin, 1797) veranlaßt hat. Gerade daß man nämlich für die Wirkung des Rückenmarks und Hirns andere Einflüsse als Galvanismus, Elektricität, chemische und mechanische Reize substituiren konnte, ließ eine Hoffnung übrig, auf diese Weise eher in das Geheimniß der Reaction der Muskelfiber gegen den Nerven einzudringen. Sei es uns bei dieser Gelegenheit erlaubt, unsere Ansicht über das Verhältniß des Muskellebens zum Nerven kürzlich auszusprechen. Das Factum nämlich ist: der durch den Willenseinfluß erregte Nerv bewirkt Zusammenziehung der Muskelfaser; substituiren

wir aber dem Willenseinfluß eine Erregung des Nervens durch mechanische, chemische oder dynamische Reize, so erfolgt ebenfalls Zusammenziehung der Muskelfiber. Der Nerve selbst senkt sich aber in die Mitte der Muskelfiber und Muskelbäuche ein, bei der Contraction ziehen sich die Muskelfibern und Muskelbäuche gegen diese Mitte zusammen, eine Erscheinung, welche nicht füglich anders als durch eine vermehrte Centripetalkraft der Muskelsubstanz gegen die Einsenkungsstelle des Nerven gedacht werden kann. Die Erklärung dieses Factums ist sonach sehr einfach die, daß die gleichsam peripherische Substanz des Muskels, je nachdem ihr nervöses Centrum in einer höhern oder niedern Lebensenergie erscheint, in stärkerm oder schwächerm Grade von dieser nervösen Mitte angezogen wird. Den Zustand schwächster Anziehung erkennen wir im Muskel als Erschlaffung, den Zustand stärkster Anziehung als Contraction des Muskels. Hieraus erklärt sich, warum die Muskelfaser ohne Nerven theils überhaupt nirgends ausgebildet vorkommt, theils nirgends mehr, sobald alle Nervenfäserchen von ihr getrennt sind, der Zusammenziehung fähig ist. Daß nun aber die niedrigen Thiere und so auch die Lurche eine so lange Fortdauer der Muskelreizbarkeit zeigen, scheint nur darin begründet, daß diesen Thieren überhaupt ein noch weniger concentrirtes Leben im Ganzen zukommt, womit noch eine größere Selbständigkeit der einzelnen Theile nothwendig verbunden ist. Wie daher in den Polypen z. B. einzelne Theile für sich fortbestehen und das ganze Thier wiedererzeugen können, so kann hier eine einzelne Muskelpartie dasjenige Leben auch eine

Zeitlang fortsetzen, welches sie sonst nur in Verbindung mit dem Ganzen auszuüben im Stande war.

Gehen wir von dieser Abschweifung zu den verschiedenen Arten der Ortsbewegung bei den Lurchen zurück, so bemerken wir hier schon, daß diese um vieles mannichfaltiger ist, als in der vorigen Classe. Wenn wir den Fisch fast einzig und allein auf das Schwimmen verwiesen finden, so treffen wir bei den Lurchen dagegen theils die Bewegung des Kriechens (weshalb eine Abtheilung derselben auch Reptilien genannt wird), theils die Bewegung des Laufens, Hüpfens, Schwimmens und selbst des unvollkommnen Fliegens, wozu jedoch alle einzelne Organe zu betrachten uns hier zu weit führen würde. Zu erwähnen ist nur, daß diesen Thieren das Schwimmen theils durch die sackförmigen Lungen, gleich einer Schwimmblase, erleichtert, theils durch Seitenbiegung des Rumpfes und die stoßweise Bewegung der Gliedmaßen vermittelt wird. Daß eben so das Kriechen, namentlich bei den Schlangen, durch das von den seitlichen Muskelmassen abhängig verschiedenartige Seitwärtskrümmen des Rumpfes vermittelt und bei gewaltsamen Losschnellen der zusammengezogenen Windungen bis zum Sprunge gesteigert wird. Daß das Laufen und Hüpfen besonders von den Gliedmaßenmuskeln abhängig sey und das unvollkommene Fliegen der Drachen blos durch die mittelst Rückenmuskeln bewirkte Ausspannung einer zwischen den Bauchrippen ausgebreiteten Flughaut zu Stande komme.

C. Bewegapparate der Vögel.

Diese Thiere, denen der vorigen Classe in so vielen Eigenthümlichkeiten ihres Baues dergestalt ähnlich, daß sie von Oken einmal nicht ohne Grund, geistreicher Weise, befiederte Lurche genannt wurden, weichen doch hinsichtlich des Bewegapparats bedeutend ab. Wie nämlich die Vögel diejenigen sind, bei welchen unter den Hirnthieren die Athmung auf der größten Höhe ihrer Entwickelung steht, so zeigt sich auch bei ihnen die Muskelfaser am meisten ausgewirkt, am röthesten und in ihren Sehnen am meisten zur Verknöcherung hinneigend; zugleich aber auch ist es die Classe, in welcher die Reizbarkeit von kürzester Dauer erscheint, welches aber aus einer größern Concentrirung des Muskellebens im Ganzen, nach Anleitung der obigen Betrachtungen, wohl zu erklären ist. Was die Anordnung der Muskeln selbst betrifft, so ist sie gleichfalls das vollkommene Extrem von der Anordnung der Muskelfaser in den Fischen; denn wenn bei diesen die allgemeine fibröse Körperhülle das entschiedenste Uebergewicht über die kleinen Muskelbäuche der wenig entwickelten Gliedmaßen hatte, so sind dagegen bei den Vögeln die Muskeln, welche als Ueberbleibsel der großen seitlichen Muskelmassen der Fische betrachtet werden können (es gehören dahin die meisten Halsmuskeln, Zwischenrippenmuskeln und die wenig entwickelten Rücken- und Unterbauchmuskeln, so wie die Muskeln des Schwanzbeins), nur unbedeutend. Dahingegen die Muskeln der Gliedmaßen von einer so enormen Ausbildung sind, daß bei den gut fliegenden

Vögeln blos die Masse des großen Brustmuskels, welchem die Ausführung des Flügelschlags obliegt, der Masse nach allem übrigen Muskelstoffe im Thiere gleichkommt, wo sie sie nicht noch übertrifft. Im Einzelnen finden sich auch hier viele höchst merkwürdige Vorrichtungen, welche zu erkennen nur einem ausführlichen Studium erreichbar bleibt, und worüber ebenfalls schon von dem alten Borelli merkwürdige Nachweisungen gegeben worden sind.

Was die verschiedenen Arten der Ortsbewegung betrifft, so gelangt hier vorzüglich die des Fluges zur vollkommensten Entwickelung. Die Bedingungen desselben sind 1) die in den Körper des Vogels weitverbreitete sogar in die Knochen eindringende Luft, welche durch das heiße Blut dieser Thiere erwärmt und somit verdünnt und specifisch leichter gemacht wird, so daß sie bereits gleich der Luft einem Montgolfière einigermaßen das Schweben in der atmosphärischen Luft möglich zu machen im Stande ist, 2) die durch die erwähnte Eigenthümlichkeit der Muskulatur herbeigeführte ausnehmende Begünstigung der Gliedmaßenbewegung, in welcher Hinsicht wir hier noch insbesondere der merkwürdigen Anordnung der Brustmuskeln gedenken wollen, welche darin besteht, daß der Aufheber des Flügels mit dem Herabzieher desselben zugleich am Brustbein gelegen ist und nur, indem er mit seiner Sehne über das Schultergelenk, gleichwie über eine Rolle, hinwegläuft, zum Aufheben des Flügels geschickt wird, 3) die ebenfalls erwärmte Luft enthaltende Befiederung der Haut. Fernere Arten von Ortsbewegung dieser Classe sind das Schwimmen,

welches durch den Luftgehalt des ganzen Thieres, Fettreichthum der Haut, Befiederung, kielförmig gestaltetes Brustbein und Stellung der Hintergliedmaßen, so wie Anordnung von der Muskulatur begünstigt wird. Ferner das Laufen, Hüpfen, Klettern, welche Bewegung namentlich von Bau und Muskulatur der Hinterglieder abhängig sind. Endlich ist nicht zu übergehen, daß diese Thiere, indem die Beugemuskeln der Zehen mit einer eigenen über das Knie verlaufenden Muskel schon vom Oberschenkel in Verbindung stehen, eine besondere Verrichtung dazu besitzen, daß sie dem Schlafen im Sitzen auf schmalen Körpern, wie Baumäste, sich ruhig überlassen können, indem das Gewicht des Körpers, so wie es das Knie beugt, die dort verlaufende Sehne anspannt und dadurch zugleich die Zehen zum festen Umklammern des Körpers, auf welchem das Thier ruht, veranlaßt. (Siehe hierüber so wie über die Muskeln zum Fluge und die Muskulatur des Vogels überhaupt, meine Erläuterungstafeln, Heft 1, Tafel III. Figur 4., Tafel V. Figur 1. 2.)

D. Von den Bewegapparaten der Säugethiere.

Die Muskulatur dieser Classe hält sich im Ganzen in einer mittlern Ausbildung zwischen der der Vögel und der der Lurche und Fische. Was die Substanz betrifft, so ist sie nicht so derb und so zur Verknöcherung ihrer Sehnen geneigt, wie bei den Vögeln, aber auch nicht so blaß und eiweißstoffig, wie bei den Lurchen und Fischen. Ja selbst bei den fischartigen Säuge-

thieren, z. B. Wallfischen, wird dieses eiweißstoffige der Substanz durch eine Durchdringung der Muskelfaser von einer enormen Menge flüssigen Fettes oder Thranes ersetzt. Was die Belebung der Muskulatur betrifft, so erlischt die sogenannte Reizbarkeit derselben nicht so schnell, wie bei den Vögeln (denn man sieht das Fleisch frisch getödteter abgehäuteter Thiere, z. B. Pferde, unter bloßer Einwirkung der Luft ziemlich lange Zeit in oscillirender oder zuckender Bewegung), noch hält sie so lange an, wie die der Lurche, unter denen eben dieserhalb die Frösche in vielen Tausenden zu Märtyrern der Physiologie geworden sind.

Was die Anordnung der äußern Muskulatur in den Säugethieren betrifft, so liegt es in der Stellung dieser Classe, theils in sofern sie ihrer Bedeutung nach die frühern wiederholen muß, daß eine äußerst große Mannichfaltigkeit hier herrschend ist, theils in wiefern sie die höchste aller Thierclassen ist, daß sie neben vollkommenster Ausbildung der Muskulatur auch die ersten und niedrigsten Formen eben so wiederhole, wie etwa neben der höhern Form des Nervensystems in Hirn und Rückenmark, die niedrigere Form der Ganglienkette durch den sympathischen Nerven wiederholt wurde.

Was in erster Beziehung die Mannichfaltigkeit der Muskulatur betrifft, so nähern sich die säugenden Seethiere eben so bestimmt den Fischen durch Verkümmerung aller Gliedmaßenmuskeln und Vorherrschen großer seitlicher Muskelmassen längs des ganzen Rumpfskelets (wobei jedoch der Mechanismus der Bewegung in soweit sich ändert, daß mehr Auf- und Abwärtsbiegungen der

Schwanzwirbelsäule als Seitenbiegungen die Fortbewegung vermitteln), als die fliegenden Säugethiere durch enorme Entwickelung der Flügelmuskeln und überhaupt Vorherrschen der Gliedmaßenmuskeln über die Faserbündel der seitlichen Muskelmassen an die Vögel sich anschließen, wodurch dann wiederum in Folge der vielfachen Uebergänge im Einzelnen eine so große Mannichfaltigkeit gesetzt wird, daß das ausführliche Studium der Myologie (Muskellehre) allein eine ausschließliche vieljährige Beschäftigung geben würde. — Einige besonders merkwürdige Vorrichtungen zur Bewegung sollen noch bei Schilderung der verschiedenartigen Ortsbewegung zur Erwähnung kommen.

Was nun in zweiter Beziehung die Wiederholung der niedrigsten Form äußerer Muskulatur neben der höhern Ausbildung derselben betrifft, so erkannten wir als niedrigste Bildung die allgemeine, sackförmig den ganzen Körper umgebende fibröse Hülle, wie sie bei Würmern, Schnecken u. s. w. beschrieben wurde, und die Wiederholung einer solchen Hülle neben und um eine vollkommenere in näherer Beziehung auf das Nervenskelet entwickelte Muskulatur würde also durch den obigen Satz gefordert. In Wahrheit kommt nun auch eine solche Bildung in vielen Gattungen und bei einigen mit einer ausnehmenden Deutlichkeit vor, und zwar unter der Form der sogenannten Hautmuskeln (**Musculi subcutanei**), oder des allgemeinen Hautmuskels (**Paniculus carnosus**), deren Bedeutung erst durch eine so gefaßte Ansicht vollkommen klar wird. — Es finden sich aber dergleichen Haut-

muskeln bei den meisten Thieren, vorzüglich in der Hals-, Schulter- und Backengegend dergestalt entwickelt vor, daß sie entweder von andern am Nervenskelet befestigten Muskeln, oder von diesem Skelet selbst ausgehen, und sich an die weichen Hautbedeckungen, zum Theil auch an hornige Fortsetzungen eines Hautskelets (z. B. im Igel an die Wurzeln der Stacheln) anheften. Von diesen Muskeln hängt das Vermögen vieler Thiere ab, die Haut an einzelnen Stellen willkührlich zu runzeln (ein Phänomen, welches bei Pferden zu beobachten täglich sich Gelegenheit darbietet) und es bleiben Muskeln dieser Art und namentlich sehnigte Ausbreitungen derselben sogar beim Menschen übrig. — Oder es sind wirklich (wie oben beim Igel s. m. Erläuterungstafeln, Heft 1, Tafel VI.) dicke Muskelhäute, in welchen die gesammte übrige Muskulatur wie in einem Sacke eingeschlossen wird, welcher dem Hautmuskelsacke der niedern Thiere auf das vollkommenste gleicht.

Anmerkung. Es kommen allerdings Hautmuskeln bereits bei Lurchen und namentlich bei Vögeln vor, indeß erst bei den Säugethieren wird ihre Bedeutung vollkommen kenntlich und daher gedenken wir ihrer erst an diesem Orte. Beinahe auf gleiche Weise fehlte hinsichtlich des Nervensystems die sympathische Ganglienkette noch mehreren Fischen und Lurchen, und wurde erst in den höhern Classen stetig.

Von der Verschiedenartigkeit der Ortsbewegung ist dann angemessen den frühern Bemerkun-

gen zu sagen, daß sie ebenfalls in dieser Classe vom Schwimmen an bis zum Fluge sämmtlich mit großer Vollkommenheit in allen ihren Arten vorkommen. Nur die Bewegung des Kriechens oder Fortschleppens auf der Erde, ohne wesentliche Beihülfe von Gliedmaßen, kommt blos auf unvollkommene Weise und zwar in den Robben vor. — Von den Förderungsmitteln für die einzelnen Formen der Ortsbewegung mögen nur noch schließlich einige merkwürdige Beispiele angeführt werden. Am schwersten begreiflich wird für uns die Bewegung des Schwimmens und Fliegens. Die erstere Bewegung, in den Cetaceen am vollkommensten geübt, wird wieder durch Zusammentreten mehrerer Umstände begünstigt. Als beitragend das Thier selbst specifisch leichter als Wasser oder wenigstens ebenso leicht zu machen, wirken theils die später zu erwähnenden sackförmigen Lungen, theils die enormen Massen von Thran, welche in verschiedenen Körpertheilen sich anhäufen.

Anmerkung. Bekanntlich strotzt bei Wallfischen der ganze Körper, namentlich zwischen Muskeln und Haut, von Thran; wie sehr aber auch innere Räume der Knochen davon erfüllt seyn können, beweist der Wallrath (Sperma ceti), welcher sich zuweilen zu einer Masse von 20 Tonnen an und in den Kopfknochen eines Pottfisches (Physeter macrocephalus) angehäuft findet. — Auch s. m. über die specifische Leichtigkeit gegen das Wasser die interessanten Berechnungen von Scoresby in seinen Reisen in die nördlichen Polargegenden.

Ein somit bedeutend erleichterter Körper wird

dann mittels der fischartig geordneten Muskulatur mit Leichtigkeit bewegt, und wie sehr im Einzelnen selbst noch die Muskeln der verkümmerten Glieder, durch ihre Kürze und Dicke, auf Beförderung der Ortsbewegung wirken müssen, ergiebt sich aus Betrachtung der Muskulatur an den Gliedern der Seehunde, von welchen meine Erläuterungstafeln, 1stes Heft, Tafel VII. ein Beispiel geben.

Der Flug der Säugethiere scheint nur möglich zu werden durch eine enorme Vergrößerung der Brustglieder, die Verbindung ihrer Fingerstrahlen durch bloße Flatterhäute, und kräftige Muskulatur derselben, so daß also mehrere der Beförderungsmittel des Vogelflugs wegfallen.

Eine dem Schwimmen ähnliche Bewegung, aber in viel dichterem Medium, ist das Wühlen in der Erde, welches dann wieder durch ähnliche Verkürzung und Verdickung in der Muskulatur der gewöhlich breiter gewordenen Gliedmaßen begünstigt wird. Merkwürdig ist, daß bei dieser Gelegenheit wieder das Entgegenstehen blos elastischer Sehnen gegen lebendig bewegte Muskeln zum Vorschein kommt, worauf ich weiter oben aufmerksam gemacht, indem z. B. im Maulwurf die Stelle des gemeinsamen fingerbeugenden Muskels blos durch eine dicke Sehne ersetzt wird.

Endlich mag nicht unerwähnt bleiben, wie bei mehrern Säugethieren, z. B. Känguru's, Klammeraffen u. a., die Schwanzmuskeln als wesentliche Unterstützung der Gliedmaßenmuskeln gebraucht werden (auch eigentlich Wiederholung eines frühern Verhältnisses) und wie gegen die an den Nagelgliedern sich endigenden Beugemus-

keln der Gliedmaßen in den Katzen abermals blos elastische Bänder als Antagonisten auftreten, welche Ursache sind, daß die Klauenspitzen beim gewöhnlichen Laufen verborgen bleiben, und nur beim Anziehen der Beugemuskeln, also beim Ergreifen, hervortreten.

Anmerkung. Ausführlicher s. m. die Lehre von der thierischen Bewegung und ihren Apparaten, theils im 1sten Heft meiner Erläuterungstafeln, welches ganz für diese Organe bestimmt ist, in Cuvier's Vorlesungen über vergleichende Anatomie in meiner Zootomie, und dann viele Monographieen über einzelne Thiere, unter denen die Weidenraupe von Lyonnet, die europäische Schildkröte in der trefflichen Anatome testudinis von Bojanus, das Schnabelthier in der ausgezeichneten Descriptio anatomica Ornithorhynchi paradoxi von Meckel, und die Haussäugethiere in den Schriften über Veterinärzootomie, ihrer Muskulatur nach, am vollständigsten beschrieben sind. —

Und soweit denn die Lehre von den Bewegwerkzeugen und von den selbstthätigen Organen des eigentlich höhern oder animalen Thierlebens überhaupt! — Bevor wir jedoch den Anfang machen, nun auch die Organe des vegetativen, oder Bildungslebens durchzugehen, wird es nöthig, auf jene Gebilde unsere Blicke zu richten, welche als starrgewordene Hüllen, Skelete, die Bestimmung haben, die Absonderung, Isolirung des Thieres überhaupt von der Außenwelt, und seiner eigentlich animalen Gebilde insbesondere von der übrigen Körpermasse, zu vollenden. — Schon

in den einleitenden Betrachtungen ist auf das Bedeutungsvolle dieser Gebilde hingeleitet worden, welche, obwohl in sich die am wenigsten lebendigen des Thierkörpers, doch einen so bestimmten Abdruck der wichtigsten Lebensregungen enthalten, daß das Studium ihrer Formen zu der tiefsten Einsicht in die Eigenthümlichkeit des gesammten Thierorganismus führen muß.

Es entsteht also die Frage:

IV. Auf welche Weise und unter welchen besonders wichtigen Formen entwickelt sich das Skeleton in der Thierreihe?

Ein jegliches Einzelwesen kann sich nur als solches behaupten durch seine Begränzung, Isolirung. Es liegt aber im Begriff einer Gränze des Lebendigen, daß sie mehr zum Erstarren, ja zum Ersterben sich hinneige, theils weil bis zu ihr hin die organische Kraft abnimmt, theils weil hier äußere schädliche Einflüsse am meisten einwirken. Schon bei den Pflanzen stirbt deshalb die Außenseite des Stammes, die Rinde, am leichtesten ab, und ebendaher das periodische Absterben und Abwerfen der Oberhaut bei vielen Thieren. Wenn aber der Thierkörper erstarren, gleichsam crystallinisches Gefüge annehmen soll, so geschieht dieß namentlich durch Zunehmen der in seiner Mischung weitverbreiteten Erden, namentlich der Kalkerde, und eben auf diese Weise entsteht das, was wir von dem Worte σκελεω (einschrumpfen, eintrocknen), Skeleton, Skelet nennen. Schon in Obigem ist darauf hingedeu-

tet worden, daß das Skelet in einer dreifachen Form im Thierkörper vorkommt; 1) als Hautskelet (hierhin gehören alle Schaalen, Schuppen, Schilder, hornige Ueberzüge mit ihren Fortsetzungen, als Stacheln, Federn, Haare u. s. w.), durch welches der Thierkörper schärfer gegen absolut Aeußere abgegränzt wird; 2) als Eingeweideskelet (hierhin gehören innerliche Schaalen der Verdauungswege, hornige Ueberzüge, Zähne, knorpliche Luftröhrenringe, Verknöcherungen an den Kanälen der Geschlechtswege u. s. w.), wodurch der Thierkörper gegen das eingedrungene Aeußere schärfer abgegränzt wird; 3) als Nervenskelet, oder gemeiniglich ausschließlich sogenanntes Skelet (hierher gehören die Knochen der Rücken- und Schädelwirbelsäule mit den von ihnen ausgehenden rippenartigen und Gliedmaßenknochen der Hirnthiere), welches die Bedeutung hat, mit seinen Hauptgebilden die Hauptnervenmassen gegen die übrige Thiersubstanz vollkommener zu begränzen.

Die Entwickelung dieser drei Skelete in den verschiedenen Thierclassen ist höchst verschieden; hier sollen im Allgemeinen zunächst folgende Punkte hervorgehoben werden; im besondern verweise ich ein für allemal auf mein größeres Werk über die Ur-Theile des Knochen- und Schalengerüsts.

1) Die Substanz dieser Skelete ist a) für das Hautskelet entweder kohlensaurer Kalk (so in den Eischaalen, Muschel-, Schnecken- und Krebsschaalen), oder Hornsubstanz (so in den Schaalen der Insekten, in den Schuppen, Federn und sämmtlichen Oberhautgebilden); b) die

Substanz des Eingeweideskelets ist ebenfalls kohlensaurer Kalk oder Knorpel, zum Theil auch phosphorsaurer Kalk (ersteres in den innern Schaalen und Zahngestellen der Echiniden, Krebse und einiger Schnecken, vorletzteres vorzüglich in den Kehlkopf- und Luftröhrenringen und letzteres in den Zähnen der Hirnthiere); c) die Substanz des Nervenskelets endlich ist in der Regel phosphorsaurer Kalk (so in den eigentlich sogenannten Knochen und Knorpeln der höhern Thiere).

2) Rücksichtlich des Vorkommens dieser Skelete in der Thierreihe, so ist unter diesen drei Skeleten das Hautskelet das erste in der Thierreihe auftretende, aber auch das niedrigste, und sobald es sich stark entwickelt, durch Erstarrung der ganzen Thierfläche eine niedere Sensibilität bedingend. Ihm ziemlich hierin gleichkommend ist das Eingeweideskelet. Im Gegensatz ist aber das Nervenskelet das letzte in der Thierreihe, da es mit Stetigkeit zuerst nur in den Hirnthieren sich entwickelt, ist aber in sich selbst auch das Höchste.

3) In der Form, welche diese drei Skelete annehmen, zeigt sich aber, in wiefern sie erstarrte Gebilde sind, eine größere, man darf sagen, geometrische Regelmäßigkeit und eine tiefer gehende Untersuchung vermag nachzuweisen, daß alle die unendlich verschiedenen Gestalten, welche in den Skelettheilen vorkommen, Modificationen eines einzigen Grundgebildes sind, welches selbst wieder aus der Urform alles Thierlebens, aus der Kugel, abgeleitet ist, und mit dem Namen des Wirbels belegt zu werden pflegt. Oken sprach es daher bereits mit vollem Rechte aus:

„das ganze Skelet sei nichts als Wirbel"; die wirkliche Begründung aber aller Skelettheile durch Wirbel oder Wirbeltheile im Einzelnen nachzuweisen, haben sowohl Oken als Andere bisher unterlassen, obwohl doch nur auf diese Weise der Zweck der Wissenschaft, nämlich Erkenntniß der Einheit in der Mannichfaltigkeit, wahrhaft erreicht werden konnte. An diesem Orte kann darüber nur Folgendes mitgetheilt werden: — In der Mannichfaltigkeit der verschiedenen Wirbelgebilde haben wir wesentlich drei Grundformen zu unterscheiden.

1) Urwirbel, welche anzusehen sind als Segmente gewisser kugelförmiger Umschließungen einzelner Abtheilungen des Thierkörpers. Sie sind vorzüglich eigenthümlich dem Hautskelet, wo sie in Form wirklicher mehr oder weniger getheilter Hohlkugeln das ganze Thier einschließen, oder sich mehrfaltig wiederholend, einzelne Leibesringe in gewisse Abtheilungen des Thierkörpers bilden. Eben so begründen sie die ringförmigen Auskleidungen innerer Kanäle am Eingeweideskelet, und endlich beruhen in Urwirbeln alle rippenartigen Umschließungen von Eingeweide enthaltenden Höhlen am Nervenskelet. — Einem solchen Urwirbel kommt übrigens aus innern geometrischen Gründen die Neigung zu, sich nach gewissen Zahlenverhältnissen zu theilen. Diese Zahlenverhältnisse sind 1) die Vierzahl, weil jede Kugel durch ihren größten Kreis gemessen wird, und die Fläche des größten Kreises genau viermal in der ganzen Kugelfläche enthalten ist; 2) nach der Sechszahl, weil jeder Kreis durch seinen Halbmesser, welcher gleich einer Seite eines in diesem Kreise

beschriebenen Sechseckes ist, am einfachsten in sechs Theilen getheilt wird. Aus dem Verein der Vier- und Sechstheile geht dann, da diese Theilung in zwei Punkten zusammenfallen, die Achttheilung nach dem Schema a. Figur 16, Taf. I. hervor. Eine Theilung, welche in höhern Skeletformen durchaus bleibend ist, und nur in den niedrigen Formen durch Theilung nach unbestimmter Vielheit oder nach der zwischen Vier- und Sechstheilung in der Mitte stehenden Fünftheilung durchgeführt wird.

2) Secundarwirbel durch Wiederholung des Vorigen begründet, bildet sich nach verschiedener Weise, jedoch namentlich an dem geometrischen Theilungspunkt desselben entweder parallel oder senkrecht auf dessen Achse aufgesetzt aus; er ist in sich ähnlicher Theilung, wie der Urwirbel, selbst fähig, und vorzüglich demjenigen Skelet eigen, welches sich auch durch Wiederholung des vorhergegangenen bildete, nämlich dem Nervenskelet. Siehe Schemate von Secundarwirbeln, welche den Urwirbeln parallel sind, Figur 16: 1. 2. 3. 4., unter welchen sich namentlich der mit 2 bezeichnete in Bezug auf die Ganglienkette des Rückenmarks oder Gehirns am stetigsten als Rückenwirbel entwickelt. Dagegen siehe in demselben Schema bei 8 einen Secundarwirbel gezeichnet, welchen senkrecht auf die Achse oder in radiärer Richtung aufgesetzt ist. Dergleichen kommen nur in den Hautskeleten vor, als die die Muskeln und Nerven der Gliedmaßen aufnehmenden Wirbelringe.

3) Tertiarwirbel. Sie entstehen zunächst als Verbindungsglieder des Gegensatzes von Ur-

und Secundarwirbeln, und eben deshalb ändert sich hier die zum Grunde liegende Kugelgestalt in die nach zwei verschiedenen Richtungen strebende Metamorphose der Kugel zum Doppel-Kegel, und wie überhaupt so viele organische Gebilde erst in dem dritten Gliede ihrer dreifachen Durchbildung, durch Thesis, Antithesis und Synthesis, zur vollkommenen Darbildung ihres eigenthümlichen Wesens gelangen, so erlangt auch der Knochen erst in Tertiarwirbeln vollkommene Solidität und die Eigenschaft kein anderes Eingeweide als sein eigenthümliches, das Knochenmark, einzuschließen. Tertiarwirbel können übrigens in so vielartigen Beziehungen auf Secundarwirbel sich entwickeln als Secundarwirbel auf Urwirbel; siehe Figur 16, bei 15, 16, 17, 18, parallele Tertiarwirbel, von welchen namentlich der unter 17, als sogenannter Wirbelkörper das wesentlichste Verbindungsglied zwischen Urwirbel und Secundarwirbel ist und am stetigsten vorkommt. 9—14 stellen radiäre Tertienwirbel vor, welche übrigens wie auch die secundären radiären Wirbelgebilde einer unbestimmten Theilung und Vervielfältigung nach außen fähig sind, bei welcher Vervielfältigung der letztern aus hier nicht weiter zu entwickelnden Gründen allemal mit einem einfachen Kegel aufhört. Prägt man sich nun den Begriff dieser drei Wirbelgattungen, ihrer verschiedenen Theilung und Vervielfältigung nach, recht deutlich ein und beachtet man, daß diese Bildung mehr oder weniger in allen drei Skeleten sich entwickeln könne, so besitzt man die Kenntniß der eigentlichen Elemente, aus welchen die Natur die unendlich verschiedenen Skeletformen ungefähr auf

dieselbe Weise entwickelt, wie ein Musiker aus den Elementen der 12 gegebenen Töne, durch verschiedenartige Combination, Wiederholung und stärkere oder schwächere Aufführung, die verschiedenartigsten Melodieen hervorgehen läßt, und man wird sich sofort bei der Betrachtung der unendlichen Mannichfaltigkeit einzelner Skeletbildungen viel leichter orientiren können, da man die Einheit kennt, auf welche alle die unendliche Mannichfaltigkeit sich zurückführen läßt.

Anmerkung. Eine der interessantesten Beziehungen, in welcher man die Gestaltungen des Skelets verfolgen kann, ist die Auffassung der Folgereihe von ursprünglich einfach geometrischen Bildungen als Kugel, Doppelkegel, Kegel, Cylinder, Kreis, Sechseck, Fünfeck, Viereck u. s. w. zu immer höher potenzirten Formen ovaler, elliptischer, von hyperbolischen, parabolischen und andern Curven, so wie durch doppelt gekrümmte Linien begränzten Körpern. Durchaus zeigen sich die Gestalten einer niedern einfachern Dignität nur den niedern Stufen der Thierbildung eigen, die höhern complicirtern Gestalten dagegen kommen auch nur auf den höhern Stufen vor, und die höchsten eigenthümlich schönen Arten von Linienbegränzung kommen nur der menschlichen Skeletbildung und zwar insbesondere dem Nervenskelet zu.

Indem ich nun daran gehe, meinen Lesern von den Hauptverschiedenheiten des Skeletbaues in der Thierreihe einen Ueberblick zu geben, will ich am Schlusse dieses Vorwortes noch einmal

die erstwesentlichen Momente aller dieser Bildungen zusammenziehen. Sie waren:

1) der Form nach: a) Urwirbelbildung; b) Secundarwirbelbildung; c) Tertiarwirbelbildung;

2) der Substanz nach: a) Hornsubstanz; b) Knorpelsubstanz; c) Schaalen- und Knochensubstanz;

3) dem Vorkommen nach: a) Hautskelet; b) Eingeweideskelet; c) Nervenskelet.

Wie diese Momente nun im Einzelnen modificirt werden, davon werden wir, der Folge von Eithieren, Rumpfthieren und Hirnthieren nach, im folgenden Theile das Nähere zur Betrachtung vornehmen.

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Carus, Carl Gustav,

Grundzüge der vergleichenden Anatomie auf Physiologie

Bd.: 1.

Dresden 1828

Augsburg, Staats- und Stadtbibliothek -- Med 732 -1
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11268202-4